Münster 1936 No 14 Phil DiSS

Mineralogie

Ueber die Gesteine der Löwenburg

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
der Philosophischen und Naturwissenschaftlichen
Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität zu Münster

vorgelegt von
Fritz Harders
aus Mannheim

1935
Druck: Heinrich Pöppinghaus o. H.-G., Bochum-Langendreer.

Tag der mündlichen Prüfung: 28. II. 1934.

Dekan: Herr Prof. Dr. A. Eitel.
Referent: Herr Prof. Dr. E. Ernst.

Über die Gesteine der Löwenburg.

Seite

I.) Ziel der Untersuchung 1

II.) Die Gesteine der Löwenburg 3

1.) Das Gipfelgestein 3

a) Mineralbestand und geometrische Analysen . . 3

b) Struktur, Textur und Reaktionsdifferentiate . 9

c) Chemische Analysen 11

d) Vergleich mit den Essexiten von Rongstock und Oslo 13

e) Lagerungsverhältnisse 16

f) Benennung des Gipfelgesteins 18

2.) Die anderen Gesteine der Löwenburg . . . 19

a) Hornblendeführendes „Mantelgestein“ . . 19

b) Andesitischer Trachydolerit 25

c) Heptorit 30

d) Kühlsbrunnentrachyt 35

e) Kühlsbrunnenanamesit 39

3.) Der Chemismus der Löwenburggesteine . . . 39

III.) Zusammenfassung 42

Literaturverzeichnis 44

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41555426_0121

I. Ziel der Untersuchung.

In dem Gebiet der Löwenburg, der südlichsten Kuppe der Berge des Siebengebirges, treten mehrere Gesteinsarten auf, (s. Abb. 1, Taf. I), die im Laufe der Zeit verschieden benannt und deren Entstehung und gegenseitige Beziehungen in verschiedener Weise gedeutet worden sind:

1). Das „Gipfelgestein", die höchste Kuppe der Löwenburg bildend, ist ein olivinführendes Augit-Plagioklasgestein, das zuerst von L. Horner ((12) S. 443) * beschrieben und von diesem Dolerit genannt worden ist. Zu den Doleriten oder wegen seiner Alkaligesteinsnatur zu den Trachydoleriten ist es denn auch vielfach bis in die jüngste Zeit gerechnet worden. H. Laspeyres ((15) S. 308) faßte das von ihm Trachydolerit genannte Gipfelgestein als Kerngestein der Löwenburg auf, aus dem mit Übergängen in Struktur und Mineralbestand nachstehend angeführte Gesteine hervorgegangen sind.

2). Hornblendeführende, basaltähnliche Gesteine von etwas wechselnder Ausbildung, die am Abhang der Löwenburg nahe dem Gipfel im N, W und S in vielen Blöcken vorkommen und anstehend in einem kleinen verlassenen Steinbruch am Nordabhang, sowie an einer Stelle in der Wegböschung der Straße vom Löwenburgerhof nach Hohenhonnef angetroffen werden. H. v. Dechen ((7) S. 132) hat alle diese Gesteine als schwarzen Trachyt bezeichnet, der nach seinen Angaben mit dem angrenzenden Gipfelgestein in enger Verbindung auftritt und aus dem der Berg bis nahe unter den die Spitze bildenden Felsen bestehen soll. Von H. Laspeyres ((15) S. 309) wurden die Gesteinsvorkommen Hornblendebasalt genannt und als „Mantelgestein" aufgefaßt, die als randliche Ausbildungsformen zu dem Gipfelgestein gehören.

3). Ein in mehreren Gängen auftretendes Gestein, das nach seiner Farbe und nach seinen Einsprenglingen von Plagioklas und Augit eine Mittelstellung zwischen Basalt und Andesit einnimmt.

---

* Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf das Schriftenverzeichnis am Ende der Arbeit.

Dieses Gestein ist von H. Laspeyres ((15) S. 302) als Brüngelsbergandesit nach dem Vorkommen am Brüngelsberg bezeichnet worden. In neuerer Zeit wird es von O. Wilckens ((27) S. 68) als „andesitischer Trachydolerit" angeführt, unter welcher Bezeichnung es auch in der vorliegenden Arbeit behandelt wird.

4). Ein dunkles basaltähnliches Gestein, am Wege von Rhöndorf nach der Löwenburg im Rhöndorfertal anstehend, das von H. Laspeyres ((5) S. 295) als Magmabasalt angegeben wird. K. Busz ((5) S. 90) stellte es zu den Hauynmonchiquiten und bezeichnete es als „Heptorit".

5). Ein helles trachytisches Gestein, das gangförmig am Kühlsbrunnen im Rhöndorfertal vorkommt und als besonderer Trachyttypus „Kühlsbrunnentrachyt" genannt wird.

6). In Verbindung mit diesem Kühlsbrunnentrachyt tritt ein kleines Vorkommen eines basaltischen Gesteins auf, das als „Kühlsbrunnenanamesit" bezeichnet wird.

Auf Grund der im Hauptteil näher angeführten Gründe wurde das Gipfelgestein von K. Busz ((6) S. 173) und seinem Schüler H. Müller ((16) S. 406) als Tiefengestein aufgefaßt und Essexit genannt, während gleichzeitig das „Mantelgestein" als ein zu dem Essexit gehöriges Ganggestein betrachtet und der Klasse der Monchiquite zugeteilt wurde. Der andesitische Trachydolerit wurde als Trachydolerit bezeichnet und es wurde gleichzeitig vermutet, daß der Kühlsbrunnentrachyt als ein zu der Löwenburg gehöriges leukokrates Ganggestein aufzufassen und als solches den Sodalithbostoniten zuzurechnen sei.

Diese Auslegung der Gesteine der Löwenburg ist nicht allgemein angenommen worden. J. Uhlig ((26) S. 50), E. Felkel ((23) S. 27/28), G. Berg ((1) S. 119) und andere sahen das Gipfelgestein der Löwenburg auch weiterhin als Ergußgestein des Siebengebirges an und gaben ihm die frühere Bezeichnung Dolerit oder Trachydolerit. Damit ist gleichzeitig gesagt, daß Heptorit, Kühlsbrunnentrachyt, andesitischer Trachydolerit und das als Mantelgestein bezeichnete Gestein nicht als zu dem „Gipfelgestein" gehörige Ganggesteine betrachtet zu werden brauchen.

Der Entscheid darüber, ob das Gipfelgestein der Löwenburg als Tiefen- oder Ergußbildung aufzufassen ist, die anderen basischen Gesteine als Ganggesteine oder Randfaziesbildungen, hat für das Siebengebirge insofern größeres Interesse, als durch die Ausscheidung des Gipfelgesteins aus der Gruppe der tertiären Ergußgesteine für die magmatische Tätigkeit im Siebengebirge nach Art und Zeit keine Einheitlichkeit mehr angenommen werden könnte. Das Löwenburg-

gestein wäre dann, wie dies Busz und Müller angenommen haben, als einziges anstehendes Gestein der Provinz eine vortertiäre Bildung.

Das Vorliegen des zu den Arbeiten von Busz und Müller benutzten Untersuchungsmaterials im hiesigen Institut gab die Möglichkeit, die Untersuchungsergebnisse dieser Autoren, insbesondere die Essexitnatur der von Busz gesammelten Proben, unter Anwendung neuerer Untersuchungsverfahren, nachzuprüfen. Durch neugesammeltes Material waren die Feststellungen zu stützen.

Bei den chemisch-vergleichenden Untersuchungen der Siebengebirgsgesteine durch P. Niggli ((18) S. 58) und H. Jung ((14) S. 260) wurde das Gipfelgestein nicht berücksichtigt, da von diesem Gestein keine genügenden analytischen Unterlagen vorhanden waren, auch erwiesen sich die Analysen der übrigen Löwenburggesteine z. T. als veraltet. Diese Lücke galt es mit vorliegender Untersuchung ebenfalls auszufüllen.

II. Die Gesteine der Löwenburg.

1) Das Gipfelgestein.

a) Mineralbestand und geometrische Analysen.

Wegen der nicht genau angegebenen Fundstellen des in der Sammlung des Instituts befindlichen „Essexit"-materials von der Löwenburg wurde von mir anstehendes Gestein an folgenden 5 Punkten geschlagen: 1). Im Burginneren an der Treppe zum Aussichtsturm, beim Hinaufsteigen rechts, 2). auf der O-Seite des Aussichtsfelsens, der als eine mächtige Klippe am randlichen Teil des Gipfels hervorragt, 3). an der Kreuzung des Hauptweges und des kleinen Fußpfades auf der W-Seite dicht vor der Burgmauer, 4). ungefähr in der Mitte des kleinen Fußpfades an der W-Seite der Burg, 5). an dem Zusammentreffen des südlichen und des nördlichen von dem Löwenburgerhof zur Burg führenden Fußpfades. Es sind dies auch die Fundpunkte, deren Material der Arbeit von H. Müller zugrunde gelegen hat. Das von Müller und mir gesammelte Gesteinsmaterial stimmt makro- und mikroskopisch überein.

Das Gestein der verschiedenen Fundpunkte ist von grauer Farbe, die desto dunkler wird, je feinkörniger die Varietät ist. Mit bloßem Auge läßt sich von dem Mineralbestand kaum etwas erkennen, nur bei gröberkörnigen Handstücken kann man die hellen

Plagioklasleisten von schwarzen Augitprismen, Magnetiten und gelbgrünen Olivinen unterscheiden. Der Erhaltungszustand der untersuchten Gesteinsstücke von allen Fundpunkten war gut, abgesehen von einer einige Millimeter dicken weißlichen Verwitterungsschicht.

Die Gesteinsgemengteile sind bei allen Fundstellen: Plagioklas, Augit, Magnetit, Olivin, Hornblende, Biotit, Apatit und eine isotrope Zwischenklemmungsmasse, die als Glas identifiziert wurde. Hierbei bilden Plagioklas, Augit, Magnetit und Olivin die Hauptgemengteile. Eine Übersicht über die quantitative mineralische Zusammensetzung des Gesteins geben die Integrationsanalysen in Tabelle 1. Die Zahlen 1—4 am Kopf der Tabelle bezeichnen die obigen Nummern der Funkpunkte. Unter 5 * stehen die Werte für ein chemisch analysiertes Handstück aus der Sammlung des hiesigen Institutes, das von K. Busz selbst als Essexit etikettiert worden war. Die Zahlenangaben sind Volumenprozente.

Tabelle 1.

	1	2	3	4	5 *	Mittel 1—5 *
Plagioklas	66,2	55,5	65,0	68,6	65,8	64,3
Augit	22,5	25,1	22,3	21,1	22,6	22,7
Magnetit	7,9	9,8	6,3	5,4	5,2	6,9
Olivin	0,3	6,0	4,4	1,4	4,3	3,3
Hornblende + Biotit	2,6	2,2	1,4	1,9	1,0	1,8
Glas	0,5	1,4	0,6	1,6	1,1	1,0

Plagioklase. Sie wurden unter Anwendung der Fedorow-Methode als Labradore und Andesine identifiziert. Bei Fundpunkt 5 wurden die Einsprenglinge als Labradore mit 50 % An bestimmt, die Grundmassefeldspäte besitzen nach der Methode der symmetrischen Auslöschung dieselbe Zusammensetzung. Bei Fundpunkt 3 wurde nach der ersten Methode ebenfalls Labrador von der gleichen Zusammensetzung bestimmt, während die Plagioklase des Fundpunktes 1 sowohl als Einsprenglinge als auch in der Grundmasse durchschnittlich 33 % An aufweisen und somit an der Grenze der Andesine gegen die Oligoklase hin stehen. Bei Anwendung der Federow'schen Methode sind Verzwilligungen nach dem Albit-, Karlsbader-, benachbart Karlsbader-, Periklin- und Baveno-rechts-Gesetz beobachtet worden.

Die Feststellung des Auftretens zweier verschiedener Plagioklase bestätigt sowohl die Angaben von G. vom Rath ((20) S. 89/90), der auf Grund der Auswertung der Bauschanalyse

Oligoklas fand, als auch diejenige von H. Müller ((16) S. 411), der nach Trennung der Gemengteile mit Thoulet'scher Lösung und Auslesen des Materials mit der Lupe durch eine chemische Analyse Labradrorit feststellte. E. Felkel ((23) S. 27) findet für die Plagioklase des Löwenburggesteins 60 ± 7 % An.

Den Plagioklasen fehlt die nach H. Rosenbusch ((22) S. 215) für Essexite typische Durchstäubung mit matt grünlich-grauen Körnchen und Schüppchen, auch haben die nur geringfügigen Zersetzungserscheinungen der Plagioklase des Löwenburggesteins keine Ähnlichkeit mit der fleckigen Beschaffenheit, die man an Plagioklasen von Essexiten wahrnehmen kann.

Orthoklas. Der von K. Busz ((6) S. 177) erwähnte Orthoklas, — ein für Essexite wesentlicher Gemengteil —, der von H. Müller ((16) S. 413) nicht beschrieben wurde, konnte auch von mir nicht festgestellt werden, und zwar wurde mit Hilfe der Becke'schen Anfärbungsmethode an Schliffen von allen Fundpunkten auf Orthoklas mit negativem Erfolge geprüft. Sanidin, als einzelner eingeschlossener Kristall einmal von H. Laspeyres ((15) S. 307) beobachtet, wurde sowohl von H. Müller ((16) S. 412) als auch von mir nicht gefunden.

Die Augite, die im Gestein nächst dem Plagioklas am stärksten vertreten sind, erreichen nur selten eine Länge von 2 mm, die Durchschnittslänge ist 0,8—1 mm. Die durch (111), (100), (110) gut idiomorph begrenzten kurzprismatischen Individuen sind im Dünnschliff meist grau-violett oder gräulich-grün, seltener rein grün. Im letzten Falle bildet die grüne Varietät den Kern der Kristalle. Die Kristalle sind schwach pleochroitisch. Im weißen Licht löschen Schnitte nach (010) zwischen + Nikols nicht ganz aus, was in Verbindung mit der violetten Farbe der Kristalle auf erheblichen Titangehalt der Augite hinweist. (s. Analysen Tab. 2).

Öfters kann man eine roh-zentrische oder rosettenförmige Anhäufung der Augite beobachten. Diese „Augitaugen" werden in der Literatur als in den Ergußformen essexitischer und gabbroider Magmen vorkommend beschrieben. Eine poikilitische Durchwachsung der Augite mit Biotit, wie man sie häufig bei Essexiten antrifft, konnte nicht beobachtet werden.

$c/c = 51{,}1^0$ (Na-Licht)

$2V_c = 54^07'$ in Na-Licht (bei $\beta = 1{,}7$ ang.)

$\Delta = 0{,}023$ ($\Gamma = 0{,}838\mu$, $d = 35{,}8\mu$)

Dispersion $\varrho > v$ { Achse A auf (100) schwach
{ „ B „ (001) stark

Olivin. Seine Beteiligung am Gesteinsaufbau ist, wie die Integrationsanalysen zeigen, sehr wechselnd. Die Größe der Kristalle schwankt ebenfalls sehr stark, sie geht von den kleinsten Abmessungen hinauf bis zu einer Längenausdehnung von 3mm. Im Dünnschliff erscheinen die Kristalle farblos oder etwas grünlich und treten öfters in unregelmäßigen, nicht scharf begrenzten Formen auf, die randlich oder von den zahlreichen Spaltungsrissen ausgehend schwach serpentinisiert sind. Manchmal umschließt die Olivine ein schwacher Rand von winzigen Augitkristallen.

$2V_\alpha = 84^0\ 11{,}4'$ in Na-Licht (bei $\beta = 1{,}67$ ang.)

$\Delta = 0{,}034$ ($\Gamma = 862$ mμ, $\varphi = 47{,}5^0$, $\varphi' = 80^0$, d$=35{,}8\mu$)

Dispersion der Achsen $\varrho > v$

Der Magnetit ist mit einer mittleren Beteiligung von 7 Vol % im Gestein reichlich vertreten. Ziemlich gleichmäßig verteilt kommt er im ganzen Gestein in der Grundmasse und als Einschluß in anderen Mineralien in zahlreichen Körnern mit den typischen Querschnitten vor. Unter dem Erzmikroskop erwies er sich als isotrop, sodaß ein wesentlicher Titangehalt in dem Magnetit nicht vorhanden sein dürfte.

Biotit, dessen Beteiligung am Gesteinsaufbau schätzungsweise einige $^1/_{10}$ % beträgt, tritt meist mit Magnetit zusammen auf, der aus jenem hervorgegangen zu sein scheint. Auch mit Augit zusammen kann man ihn manchmal beobachten. Seine Kristalle sind stets mikroskopisch klein und unregelmäßig begrenzt.

Die Hornblende ist in ihren größten Kristallen 1,8—2 mm lang. Besonders auffällig ist ihre Umwandlung in Magnetit, die in verschiedenem Grade erfolgt sein kann, oft ist sie ganz und gar mit Magnetit ausgefüllt. Sie erreicht zusammen mit dem Biotit im Mittel nur ungefähr eine Beteiligung von 2 Vol % am Gesteinsaufbau, die bei Essexiten für Hornblende und Biotit zusammen ungefähr der Beteiligung der Augite entsprechen sollte. Letztere kommen jedoch in unserem Gestein in über 10 mal größerer Menge vor.

$2V_\alpha = 74^0\ 26{,}6'$ in Na-Licht ($\beta = 1{,}70$ ang.)

Pleochroismus n_α gelb

n_β, n_γ braun

Apatit ist ein häufiges, meist idiomorph begrenztes Einschlußmineral. Er tritt aber auch öfters in einzelnen, größeren, mehr oder weniger idiomorphen, durchstäubten Kristallen im Gestein auf.

Titanit, der von H. Müller ((16) S. 415) als ein für Essexite häufiger Gemengteil angegeben wird, und als seltenes Mineral beschrieben worden ist, konnte von mir nicht festgestellt werden.

Glas. Bei der Ätzung der Schliffe der Gesteine von den Fundpunkten 1—4 mit verdünnter Salzsäure und darauf folgender Anfärbung mit Methylenblau zeigte sich, daß sich kleine Schliffteile, die als Zwischenklemmungsmassen ohne eigene Begrenzung auftraten, kräftig blau anfärben ließen. Die angefärbte Substanz erwies sich unter dem Mikroskop als isotrop. Zur Identifizierung wurde eine Trennung dieses Gemengteiles des Gesteines von den übrigen Gemengteilen mittels Acetylentetrabromid vorgenommen, es gelang seine Anreicherung in der Dichtefraktion von d = 2,7—3,0. Ein Teil dieser Fraktion wurde angefärbt und die gut angefärbten Körner unter dem Mikroskop herausgesucht. Sie erwiesen sich im parallelen und konvergenten Licht als isotrop. Die Körner des nicht angefärbten Teils wurden nur nach ihrer Isotropie herausgesucht. An diesen Körnern, die keine Spaltbarkeit erkennen ließen, wurde die Lichtbrechung mittels der Einbettungsmethode bestimmt. Es ergab sich für viele Körner ein Brechungsindex von 1,51—1,52 (Na-Licht).

Weiterhin wurde versucht, unter dem Mikroskop am unbedeckten Schliff selbst den Brechungsindex dieser anfärbbaren Zwischenklemmungsmasse zu bestimmen. Es ergaben sich für die verschiedenen Fundpunkte folgende Werte:

Fundpunkt 1.	n = 1,49	für Na-Licht
„ 2.	n = 1,51	
„ 3.	n = 1,51	
„ 4.	n = 1,50	

Die Werte der Lichtbrechung und die ungefähren Werte der Dichte weisen neben dem isotropen Verhalten auf Gesteinsglas. O. Mügge gibt in der „Mikroskopischen Physiographie der Mineralien“ 5. Auflage, I. 2. für Tachylit eine Lichtbrechung von n = 1,506—1,612 und eine Dichte von 2,757 im Mittel an.

Die quantitative Beteiligung dieser Zwischenklemmungsmasse am Aufbau des Gesteins der einzelnen Fundpunkte ist in der Tabelle der Integrationsanalysen wiedergegeben. Bei Fundpunkt 5 trat kein Gesteinsglas auf.

Auf Nephelin ist von H. Müller ((16) S. 413) durch Ätzen mit verdünnter Salzsäure und Anfärben mit Fuchsinlösung geprüft worden, wobei derselbe das Vorhandensein angefärbter Schliffteile mit z. T. rechteckiger und sechseckiger Begrenzung angibt, die er als Nephelin anspricht. Derselbe weist aber auch darauf hin, daß verschiedene Forscher Zweifel in das Vorhandensein des

Nephelins in dem Löwenburggestein gesetzt haben, da unverzwillingter Feldspat für Nephelin angesprochen werden könne. Von mir konnten die Angaben von H. Müller über das Vorhandensein des Nephelins nicht bestätigt werden. Die angefärbten Schliffteile erwiesen sich stets als isotrop und nach der Lichtbrechung als das oben beschriebene Gesteinsglas.

Zu G. vom Raths ((20) S. 89) Nachweis von Nephelin durch das Auftreten von NaCl-Würfeln nach der Einengung der Salzsäure auf dem Schliff ist zu bemerken, daß nach dem Ätzen der Schliffe mit HCl die z. T. zersetzten Plagioklase sich ebenfalls etwas anfärben lassen. Somit kann das Natrium bei der Kochsalzbildung auch aus diesen stammen. Das Prinzip dieses Versuches ist ja nur die Prüfung auf Natrium, das auch in einer natriumreichen Grundmasse stecken kann.

Ein Vergleich der Natriummenge der Analyse des Gesteins vom Fundpunkt 3 und des Natriumgehaltes, der dem integrierten Anteil der fedorowierten Plagioklase entspricht, zeigt, daß alles Natrium der Analyse aus den Plagioklasen stammen kann. Den aus der Integrationsanalyse und der Fedorowierung sich ergebenden Mol % der Plagioklase (1) stehen folgende aus der Analyse berechneten Mol % (2) gegenüber:

	1)	2)
SiO_2	38,7 Mol %	37,08 Mol %
Al_2O_3	9,6 „	9,18 „
CaO	4,7 „	4,50 „
Na_2O	4,9 „	4,68 „

Daß in der als Glas angesprochenen Zwischenklemmungsmasse zufällig ein Nephelin vorliegt, der durch Mischkristallbildung mit Anorthit von 23 Mol % isotrop geworden ist, ist nicht wahrscheinlich, da derartige isotrope Nepheline nur als Kunstprodukte bekannt sind und auch eine höhere Lichtbrechung aufweisen ((2) S. 30). Gegen diese Annahme spricht auch das gleiche optische Verhalten der Zwischenklemmungsmasse des Gesteins der verschiedenen Fundpunkte, trotzdem einmal Plagioklase mit 55 Mol % Anorthit, das andere Mal solche mit 33 Mol % Anorthit auftreten. Bei der vorhandenen Möglichkeit der Absättigung des Anorthitmoleküls in den Plagioklasen wäre wohl nicht beidesmal mit demselben Überschuß von 23 Mol % An der isotrope Nephelinmischkristall gebildet worden.

Einschlüsse. In zwei Handstücken wurden zwei Einschlüsse von Quarz beobachtet. Der erste Einschluß war ungefähr 1×2 cm groß und es zeigte sich unter dem Mikroskop, daß der Quarz, der nach seiner Gesamtform vorher einheitlich gewesen ist,

in einzelne große Teile zertrümmert war. Die Fugen sind mit doppeltbrechender Masse ausgefüllt, die teilweise wieder Quarz ist, teils aber aus stark doppeltbrechender talkartiger Substanz besteht. Die Grenze des Quarzeinschlusses gegen das Gestein wird von einem durchschnittlich 0,08 mm breiten grünen Reaktionsrand gebildet, der große Ähnlichkeit mit dem Rand der beim Heptorit angetroffenen Feldspateinsprenglinge hat. Dieser Rand ist isotrop und dürfte amorph sein, also aus grünem Glas bestehen. Der zweite ungefähr 1,5—2,5 cm große Einschluß zeigte dieselbe Rißbildung und Verkittung mit Quarz- und Talksubstanz. Dieser mit scharfen Kanten begrenzte Einschluß weist eine dem Quarz zukommende Gestalt auf. Hier ist der Reaktionsrand durchschnittlich 0,15—0,2 mm breit.

Das spezifische Gewicht des Gesteines wurde bei 20° nach der Pyknometermethode ermittelt. In der folgenden Übersicht bezeichnen die Zahlen 1—4 die Nummern der Fundpunkte. Unter 5* ist der Wert für das bei den Integrationsanalysen erwähnte Handstück von K. Busz hinzugefügt.

1	2	3	4	5*
2,833	2,875	2,888	2,842	2,820

Bei zwei Proben wurde das spezifische Gewicht an geschliffenen Würfelchen nach der Schwebemethode bestimmt, es ergab sich bei 25° zu $s = 2{,}824$ für eine feinkörnige Varietät und $s = 2.838$ für eine gröberkörnige Varietät.

b) Struktur, Textur und Reaktionsdifferentiate.

Struktur.

Für die Lösung der Frage, ob in einem Erstarrungsgestein eine Tiefen- oder Ergußbildung vorliegt, hat vor Allem die Struktur und Textur des Gesteines eine ausschlaggebende Bedeutung. Die Struktur des Gipfelgesteins ist bei den verschiedenen Fundpunkten eine wechselnde. H. Laspeyres ((15) S. 308) gibt neben hypidiomorph-körniger Struktur auch Übergänge des gröberkörnigen Gesteins in solches mit porphyrischer Struktur an, die gleichzeitig Übergänge in das Mantelgestein darstellen, während H. Müller ((16) S. 409) nur eine Verschiedenheit in der Korngröße und keinen Übergang des grobkörnigen Gesteins in porphyrisches beobachtet hat. Nach der Angabe des Letzteren ist die Körnigkeit des Gipfelgesteins in der Mitte der Kuppe eine feinere,

sie wird nach außen hin gröber; die feinkörnigste Varietät ist von H. Müller im Burginneren (Fundpunkt 1) angetroffen worden.

Letztere Verhältnisse konnten auch von mir bestätigt werden. Es konnte aber auch ein Übergang von hypidiomorph-körniger zu hypokristallin-porphyrischer Struktur festgestellt werden, derart, daß sich aus dem grobkörnigen Gestein porphyrische Struktur entwickelt. Von den Gesteinen der Fundpunkte 2, 3 und 4 ist dasjenige von Fundpunkt 3 das grobkörnigste (Abb. 2, Taf. II), welches auch schon eine deutliche Neigung zeigt, in die porphyrische Strukturart überzugehen, wie das besonders an den Olivinen sichtbar wird. Jedoch kommen auch schon bei den Fundpunkten 1, 2 und 4 wenig Einsprenglinge von mehr oder weniger idiomorph begrenzten Olivinen und auch von Augiten vor (Abb. 4, Taf. II). Die Abbildung des chemisch analysierten, als Essexit etikettierten Handstückes aus dem hiesigen Institut, dessen Integrationsanalyse in Tabelle 1 unter 5* wiedergegeben worden ist, zeigt ein ziemlich gleichmäßig körniges Gemenge aus Augit und Plagioklas, jedoch sind schon größere Einsprenglinge von Olivin zu sehen (Abb. 3, Taf. II). Das Gestein des Fundpunktes 5 (Abb. 5, Taf. II) ist schließlich als deutlich porphyrisch anzusprechen. Neben Plagioklasen bilden hier Augite größere Einsprenglinge. Eine Integrationsanalyse des Gesteins von diesem Fundpunkt zeigt, daß 15,8 Vol % Augit, 14,7 Vol % Plagioklas und 1,6 Vol % Olivin als Einsprenglingen eine Grundmasse von 67,9 Vol % gegenübersteht, zu der nur die vereinzelten Einsprenglinge von Hornblende und größeren Magnetiten hinzugerechnet worden sind.

Textur.

Das Gipfelgestein weist eine deutliche Fluidaltextur auf, wie man dies an dem Schliff des Gesteins vom Fundpunkt 3 (Abb. 2, Taf. II) wahrnehmen kann. Strenger nachgewiesen wurde diese dadurch, daß an einem Schliff des gleichen Gesteins die relative Lage der Längsrichtungen einer größeren Zahl von Plagioklasen mit dem Mikroskoptisch festgelegt und diese Messungen in eine Projektion eingetragen wurden. Von insgesamt 78 gemessenen Plagioklasen lagen 29 Kristalle = 32 % mit ihrer Längsrichtung innerhalb eines Winkelbereichs von 18°, es ergab sich also eine deutliche Bevorzugung einer gewissen Richtung im Raum. Eine mikrotektonische Analyse des Gipfelgesteins der Löwenburg ist von E. Felkel ((23) S. 27) durchgeführt worden, der ebenfalls feststellte, daß die Plagioklase eine deutliche Regelung aufweisen und das Magma eine Fließbewegung ausgeführt haben muß. Eine solche Fließbewegung ist m. W. bei Essexiten noch nicht beobachtet worden.

Reaktionsdifferentiate.

Neben Strukturübergängen kann man auch an Hand des Mineralbestands einen Übergang des Gipfelgesteins in das Mantelgestein beobachten. Es ist an den der Struktur nach als Übergangsgliedern zwischen Gipfel- und Mantelgestein anzusehenden Gesteinen eine Umsetzung des Olivins, der im zentralen Teil unzersetzt ist, in Augit wahrzunehmen. Die Augite bilden entweder direkt einen Mantel um den Olivin, in welchem sie regellos angeordnet sind. oder sie sind noch durch einen Resorptionsrand aus Magnetit vom Augit getrennt.

Die Hornblende zeigt ebenfalls Auflösungs- und Korrosionserscheinungen, wobei die Hornblendesubstanz durch Magnetit ersetzt wird, und zwar ist sie bei den mehr körnigen Varietäten des Gipfelgesteins völlig aufgelöst oder sehr stark resorbiert. Am besten ist die Hornblende bei dem Gestein des Fundpunktes 5, dem porphyrischsten Gestein aller Fundpunkte, erhalten, wie auch H. Müller ((16) S. 414) angibt. Es ist die Auflösung der Hornblende ein Zeichen dafür, daß diese in den zentralen Teilen des Magmas nicht im Gleichgewicht mit dem Magma stand und daß die Stabilität gegen das Magma mit dem Übergang zur porphyrischen Struktur zunahm, wie an dem Gestein des Fundpunktes 5 und den später zu besprechenden Varietäten des Mantelgesteins festzustellen ist.

Entsprechend dieser Tendenz der Umwandlung von Olivin in Augit und der Erhaltung der Hornblende beim Übergang vom Gipfelgestein zum Mantelgestein kommt im Gipfelgestein die Hornblende nur in der gegenüber den Gesteinen des Übergangs und dem Mantelgestein geringen Menge von 1,8 Vol % vor, der Olivin mit 3,3 Vol. %, während bei der porphyrischen Varietät von Fundpunkt 5 die Beteiligung des Olivins auf 1,6 Vol % heruntergeht (s. auch „Mantelgestein").

c.) Chemische Analysen.

Es sind 4 ältere Analysen des Gipfelgesteins ohne nähere Angabe der Fundpunkte vorhanden, sie wurden ausgeführt von G. vom Rath, H. Laspeyres, stud. chem. Schmitz (mitgeteilt von H. Laspeyres ((15) S. 308) und von H. Müller ((16) S. 416). Bei allen diesen Analysen fehlen wesentliche Bestimmungen. Die Analyse von Schmitz ist nur eine Teilanalyse, von H. Müller ist der in Salzsäure lösliche Teil analysiert und daraus auf die Gesamtzusammensetzung geschlossen worden.

Wegen dieser nicht vollständigen Analysen und da mit Hilfe des Vergleiches des Chemismus des Gipfelgesteins der Löwenburg mit dem der anderen Siebengebirgsgesteine eine Aussage darüber erwartet werden kann, ob diese Gesteine nach ihrem Chemismus genetisch zu dem Löwenburggestein gehören oder nicht, wurden von dem von mir gesammelten Material unter genauer Beachtung der Fundpunkte drei neue Analysen angefertigt (Nr. 1—3 in Tab. 2). Die Analysen wurden nach dem von J. Jakob (13) angegebenen Analysengang ausgeführt. Die Bestimmung des CaO jedoch geschah nach F. P. Treadwell ((25) S. 533) nach Fällung als Oxalat, gutem Auswaschen und Lösen mit Schwefelsäure durch Titrieren mit $^1/_{10}$ normaler Kaliumpermanganatlösung.

Die Analyse Nr. 1 ist diejenige des Gesteins vom Fundpunkt 3, Nr. 2 vom Fundpunkt 5, während das Material zu Nr. 3 von dem als „Essexit von der Löwenburg" etikettierten Handstück aus dem hiesigen Institut stammt.

Tabelle 2.

	1.	2.	3.
SiO_2	48,51 %	49,68 %	48,38 %
TiO_2	2,58	2,66	2,65
Al_2O_3	16,83	17,69	17,57
Fe_2O_3	1,08	2,33	1,21
FeO	5,57	3,78	5,59
MnO	0,19	0,16	0,16
MgO	6,30	4,62	6,63
CaO	8,70	8,55	8,32
Na_2O	4,26	5,08	5,77
K_2O	3,37	4,01	3,48
H_2O+	1,27	1,22	0,43
H_2O	0,09	0,16	0,05
P_2O_5	0,66	0,53	0,62
Cl	Spur	Spur	Spur
SO_3	„	„	„
Summe	100,21	100,47	100,86

Die diesen Analysen entsprechenden Projektionswerte nach P. Niggli ((13) S. 79) sind in Tabelle 3 angeführt, die Molekularzahlen sind den Tabellen von H. von Philipsborn (19) entnommen worden.

Tabelle 3.

	1.	2.	3.
si	119,36	127,40	113,35
qz	— 43,40	— 49,32	— 59,35
al	24,46	26,72	24,26
fm	36,96	30,61	36,55
c	22,95	23,49	20,89
alk	15,69	19,18	18,30
k	0,34	0,34	0,28
mg	0,62	0,58	0,63
ti	4,77	5,13	4,62
p	0,69	0,57	0,62
c/fm	0,62	0,77	0,57
Schnitt	4	5	4

Diese Projektionswerte reihen sich gut in das Differentiationsdiagramm der Alkaliergußgesteine des Siebengebirges ein, die durch sie ihren Abschluß nach der basischen Seite hin erhalten. (s. Abschnitt über Chemismus). Ein solches gutes Einfügen der Analysen in dieses Diagramm wäre nicht zu erwarten, wenn das Gestein der Löwenburg eine andere Entstehungsart und -Zeit wie die übrigen Ergußgesteine des Siebengebirges haben würde, wie dies bei der Auffassung des Gesteins als Essexit angenommen worden ist. Die von H. Müller ((16) S. 417) angeführte Übereinstimmung seiner an sich unsicheren Analyse des Gipfelgesteins mit den Analysen zweier Vergleichsessexite kann nicht ohne weiteres dafür sprechen, daß wirklich ein Essexit vorliegt, da gerade in unserem Falle, wo es sich um eine Unterscheidung von Trachydolerit und Essexit handelt, beide Gesteinarten demselben Magma angehören und somit dieselbe chemische Zusammensetzung haben können.

d) Vergleich mit den Essexiten von Rongstock und Oslo.

Im Hinblick auf die Angaben von K. Busz ((6) S. 177) und H. Müller ((16) S. 414), daß das Gestein der Löwenburg auch aus dem Grunde als Essexit bezeichnet werden muß, weil es mit anderen Essexiten, besonders mit dem von Rongstock a. d. Elbe im böhmischen Mittelgebirge nach Aussehen und Mineralbestand eine zum Verwechseln ähnliche Übereinstimmung zeigt, sind von diesem

Gestein mehrere Schliffe angefertigt worden, die insbesondere durch Ausführung geometrischer Analysen auch einen quantitativen Vergleich ermöglichen sollten.

Nach J. E. Hibsch ((9) S. 51) ist der Essexit von Rongstock ein dunkelgraues fein- bis mittelkörniges Gestein, das eine hypidiomorph-körnige Struktur aufweist und bei Rongstock in mehreren Stöcken die Tonmergel der oberen Kreide und die oligozänen Sandsteine durchsetzt und dort starke Kontaktwirkungen hervorgerufen hat. An Mineralien treten in ihm auf: Plagioklas, Orthoklas, etwas Cancrinit, violett-brauner Augit, Biotit, wenig braune Hornblende, Magnetit und Titaneisen, sowie relativ viel Titanit und Apatit.

In Tabelle 4 ist unter 1) die mittlere volumenprozentische Zusammensetzung des Gesteins, das in seinen einzelnen Teilen ziemlich stark variiert, nach Schätzungen von Hibsch angegeben. Unter 2) folgt eine von mir ausgearbeitete Integrationsanalyse einer gröberkörnigen Varietät, unter 3) eine solche einer feinerkörnigen Varietat (Abb. 10, Taf. III), wobei letztere in der Struktur dem Löwenburggestein nähersteht als die erstere. Eine Mittelung der einzelnen Angaben unter 2) und 3) würde annähernd mit der Schätzung von Hibsch übereinstimmen.

Tabelle 4.

	1)	2)	3)
Plagioklas	44		
Orthoklas	8—9	46,7	63,9
Cancrinit	1		
Augit	30	34,4	20,7
Magnetit + Titaneisen	3	8.8	5,5
Biotit + Hornblende	12	7,5	9,1
Titanit + Apatit	1	2,6	0,8

Vergleicht man diesen Mineralbestand mit dem des Gipfelgesteins der Löwenburg, so fällt vor allen Dingen der große Unterschied in der Beteiligung der Gruppe „Hornblende + Biotit“ auf. Von den rund 1.8 Vol % bei dem Löwenburggestein bildet die Hornblende den größeren Anteil, während bei dem erheblich höheren Prozentsatz des Rongstockgesteines der Biotit vorwaltet. Bezüglich der Ausbildung stehen den winzigen Biotitkristallen unseres Gesteins die um vieles größeren Biotitfetzen des Rongstockgesteins gegenüber.

Diese zeigen zu je mehreren Fetzen als typische Eigenschaft ein gemeinsames Auslöschen beim Drehen des Mikroskoptisches, das anzeigt, daß die Fetzen genetisch zu einem größeren Individuum gehören. Diese Erscheinung kann man bei dem Löwenburggestein nicht beobachten. Auch werden von H i b s c h große auffallende Biotitrosetten hervorgehoben, die dem Rongstockgestein stellenweise einen porphyrischen Habitus geben. Eine solche oder eine ähnliche Erscheinung tritt bei dem Löwenburggestein nicht auf.

Von den übrigen Mineralien ist in den von mir durchgesehenen Schliffen des Löwenburggesteins Titanit nicht zu bemerken, während er bei dem Essexit von Rongstock ein deutlicher Gemengteil ist. Bei letzterem ist hingegen der Olivin ganz oder fast ganz abwesend, der beim „Gipfelgestein" als Einsprengling einen in die Augen fallenden Gemengteil bildet.

Bei dem Essexit von Rongstock ist die von H. R o s e n b u s c h ((22) S. 215) als charakteristisch für Plagioklase in Essexiten angegebene Durchstäubung mit matt grünlichgrauen Körnchen und Schüppchen, die im Zentrum der Plagioklase gehäuft sind und nach der Peripherie hin verschwinden, anzutreffen, die bei dem Löwenburggestein nicht festzustellen ist. Auch pflegt bei den Essexiten nach R o s e n b u s c h Orthoklas einen Mantel um die Plagioklase zu bilden oder füllt mit Sodalith oder Nephelin die Zwischenräume aus, eine Angabe, die für den Rongstocker Essexit zutrifft, während im Löwenburggestein kein Orthoklas festzustellen war.

Die bei Pyroxenen in Essexiten nach H. R o s e n b u s c h ((22) S. 216) allenthalben zu beobachtende Durch- und Umwachsung mit braunem Biotit und Barkevikit ist bei dem Gestein von Rongstock ebenfalls gut zu beobachten, während sie bei dem Löwenburggestein fast garnicht vorhanden ist, da Biotit ja an sich hier schon ziemlich selten vorkommt.

Nach der Ansicht von W. C. B r ö g g e r ((3) S. 47) ist im Essexit von Rongstock auch Nephelin in sehr geringer Menge und stark zersetzt als Zwischenklemmungsmasse vorhanden. Von J. E. H i b s c h wird kein Nephelin angegeben. Es wurden von mir von den beiden Varietäten geätzte und angefärbte Schliffe hergestellt, um auch in Bezug auf die anfärbbare Substanz die beiden Gesteine zu vergleichen. Während das Angeätzte bei dem Löwenburggestein mit schöner blauer Färbung und in jeweils zusammenhängenden Stücken auftrat, konnte Gleiches bei dem Rongstockgestein in beiden Fällen nicht beobachtet werden. Die anfärbbaren punktförmigen Stellen waren nicht so leuchtend blau wie bei dem Löwenburggestein, sondern nur trübe angefärbt, was wohl auf die von W. C. B r ö g g e r angeführte Zersetzung zurückzuführen ist. Die Gesamtmenge dieser

hier schwach doppelbrechenden anfärbbaren Substanz ist sehr gering. Bei der gröberen Varietät fanden sich rund 0.2 Vol %, bei der feinkörnigen 0,03 Vol %.

Der Vergleich der Abb. 10 in Taf. III mit den Abbildungen der Schliffe des Gipfelgesteins läßt außerdem die recht deutlichen Unterschiede in der Struktur des Essexits von Rongstock und des Löwenburggesteins erkennen.

Zum weiteren Vergleich wurde ein feinkörniger Essexit aus dem Kristianiagebiet von der Insel Tofteholmen, Kirchspiel Hurum, herangezogen. Dieser Essexit ist dem Rongstockgestein ähnlich, er gleicht in Struktur und Textur seiner Gemengteile der feinkörnigen Varietät. Demnach unterscheidet er sich durch ähnliche Merkmale wie der Rongstockessexit von dem Löwenburggestein. Eine Integrationsanalyse ergab folgende Werte:

Feldspäte	68,7 Vol %
Augit	
+ Hornblende	14,7
Biotit	11,1
Erz + Apatit	5,5

Die Biotite kommen hier mit einer ungefähr den Augiten gleichen Beteiligung vor, wie sie für Essexite angegeben ist, und zeigen in ihren großen Individuen ebenfalls die synchrone Auslöschung verschiedener Fetzen, wie sie bei dem Rongstockessexit angetroffen wurde.

An diesem Gestein wurde ebenfalls eine Anfärbung ausgeführt, die eine Beteiligung von 1,0 Vol % des angefärbten Grundmassebestandteils ergab, der ebenfalls ein zersetztes Aussehen zeigt und eine schwache Doppelbrechung aufweist.

e) Lagerungsverhältnisse.

Die Begehungen im Gelände haben neue, über die in der Literatur angeführten hinausgehenden Kenntnisse über die Lagerungsverhältnisse des Gipfelgesteins und der verwandten basaltähnlichen Gesteine nicht erbracht. Die alten beschriebenen Aufschlüsse sind z. T. zerfallen oder verschwunden, neue Aufschlüsse sind nicht angelegt worden, da das Siebengebirge Naturschutzgebiet ist. Neuerdings konnte G. Berg ((1) S. 119) bei der neuen geologischen Aufnahme des Siebengebirges zwischen Gipfelgestein und Mantelgestein Trachyttuff nachweisen.

Neben den oben angeführten Gründen hat die meist plattige und teilweise parallelepipedische Absonderung des Gipfelgesteins, wie man sie besonders an dem sogenannten Aussichtsfelsen feststellen kann, und das Fehlen einer Säulenbildung K. Busz ((6) S. 176) dazu geführt, das Gipfelgestein als Tiefengestein aufzufassen. Dieses soll in Form eines Lakkoliths vor der Zeit der Eruption der andern tertiären Ergußgesteine des Siebengebirges in die devonischen Schichten eingedrungen und durch spätere Erosion freigelegt worden sein. Darauf erst sei die Überschüttung mit Trachyttuffen erfolgt. Kontakterscheinungen an den devonischen Schichten, die diese Annahme stützen würden, sind bis jetzt noch nicht beobachtet worden, auch stehen die im Gebiet der Löwenburg auftretenden gangförmigen Bildungen, wie Abb. 1 Taf. I erkennen läßt, nicht in der strengen Abhängigkeit von dem Zentralgestein, wie dies von dem Essexitgebiet von Rongstock und Kaiserstuhl her bekannt ist. In den letzteren laufen die Gangbildungen radial zum Kern der Lakkolithen, hier weisen sie das rheinische Streichen oder die dazu senkrecht stehende Streichrichtung auf.

Von K. Busz ((6) S. 176) wird angeführt, daß schon H. von Dechen ((7) S. 132) wesentlich auf Grund der äußeren Erscheinungsart des Gipfelgesteins Zweifel an dessen Identität mit Dolerit gekommen seien und er den Namen Dolerit deshalb nur mit Vorbehalt angeführt habe. Aus der angeführten Literaturstelle kann man jedoch den Eindruck gewinnen, als ob sich der Zweifel H. von Dechens nicht auf die Tiefengesteins- oder Ergußgesteinsnatur bezog, sondern nur auf die nähere Bezeichnung des für ihn offenbar als Ergußgestein feststehenden Gesteins, bei dem er zwischen Dolerit oder Trachyt (nach der alten Einteilung von G. Rose) schwankt. Als Grund zum Zweifel bei der Klassifizierung scheint bei ihm nur die Unsicherheit der Bestimmung der Plagioklase ausschlaggebend gewesen zu sein, da er bei Anwesenheit von Oligoklas das Gestein als Trachyt bezeichnet hätte, es so aber unter Annahme eines Labradors zu den Doleriten gestellt hat.

Das Auftreten des Gipfelgesteins gleichsam als Kern der Löwenburg und seine Verknüpfung mit den im nächsten Abschnitt näher behandelten basaltischen Gesteinen lassen sich zwanglos nach der von H. Laspeyres ((15) S. 309) ausführlich beschriebenen und begründeten Auslegung des Baues der Löwenburg erklären. Bei der typischen Kegelgestalt, die die Löwenburg, wie die andern Berge des Siebengebirges aufweist, liegt kein Grund vor, für diese einen andern geologischen Aufbau anzunehmen (J. Uhlig, (26) S. 72).

f) Benennung des Gipfelgesteins.

Die Frage, ob das Gipfelgestein der Löwenburg als Tiefengestein oder als Ergußgestein zu betrachten ist, kann nach den vorangehenden Untersuchungen wohl dahingehend beantwortet werden, daß der Ansicht der Vorzug zu geben ist, die das Löwenburggestein in die Reihe der tertiären Ergußgesteine des Siebengebirges stellt. Da der Name „Dolerit" heute nur noch zur Kennzeichnung der Struktur Verwendung finden soll, und der Umfang des Begriffes „Trachydolerit" ziemlich breit und unscharf ist (K. H. Scheumann (24) S. 298; J. E. Hibsch (10)), so ist die Frage nach der Neubenennung des Gipfelgesteins gegeben.

Bei Abwesenheit von Orthoklas unterscheidet sich der Mineralbestand unseres körnigen Basaltes von dem normaler Alkali-Plagioklasbasalte durch das Fehlen der für diese charakteristischen Mineralien der Nephelin-, Leuzit- und Sodalithgruppe sowie der reinen Alkaliamphibole und Alkalipyroxene. Anstelle der fehlenden Mineralien der Nephelin-, Leuzit- und Sodalithgruppe weist es eine geringe Menge Glas auf, das beim Anätzen leicht gelatiniert. Die Alkaliwerte, die gegenüber denen normaler Plagioklasbasalte relativ hoch sind, was besonders für das K_2O zutrifft, würden das Gestein neben den schon angeführten Gründen in die Gruppe der „Alkalibasalte" verweisen. Gesteine dieser Gruppe gehören wie unser Gestein nach ihrer Magmenabstammung zu den essexitischen Magmen. Die in diesen Alkalibasalten auftretenden Plagioklase sind nach ihrer Ausbildung und chemischen Zusammensetzung dieselben wie in dem Gestein der Löwenburg, und häufig treten dort, wie auch in unserem Gestein, basaltische Hornblenden mit geringer Beteiligung am Gesteinsaufbau in Form korrodierter Einsprenglinge auf. Von A. Osann ((22) S. 455) werden für diese Basalte die auch in unserem Gestein vorkommenden Mineralien Titanaugit, Olivin und wenig Biotit angegeben. Durch das Auftreten des Olivins und der geringen Menge einer leicht anfärbbaren Glasmasse stellt unser Gestein einen Übergang zu den Basaniten dar, indem seine Glasbasis wenig Nephelin oder Sodalith vertreten kann.

Im Hinblick auf die Körnigkeit des Gipfelgesteins deutet die Bezeichnung „körniger oder doleritischer Alkalibasalt" zugleich seine Struktur an.

2) Die anderen Gesteine der Löwenburg.

a) Hornblendeführendes „Mantelgestein".

α) Das basaltähnliche, hornblendeführende Gestein, das neben den Blöcken des Gipfelgesteins in großer Menge auf den Blockhalden des oberen Teiles der Löwenburg auftritt, ist von schwärzlich-grauer Farbe. Mit dem bloßen Auge kann man zahlreiche Hornblenden und Feldspäte beobachten, die in einer feinkörnig bis dicht erscheinenden Grundmasse liegen.

Die Gesteinsgemengteile sind: Hornblende, Augit, Plagioklas, Olivin, Magnetit, Apatit und Biotit, wobei die vier ersten Mineralien auch als Einsprenglinge in der stark vorherrschenden Grundmasse auftreten. Letztere ist nur zu einem geringen Teil glasig ausgebildet, sodaß man die Struktur als hypokristallin-porphyrisch bezeichnen kann.

Wie schon in dem Abschnitt über das Gipfelgestein mitgeteilt, konnten die Angaben von H. Laspeyres bezüglich eines Übergangs des grobkörnigen Gesteins des Gipfels in porphyrisches Gestein unter gleichzeitigem Übergang in das „Mantelgestein" bestätigt werden. An diejenigen Ausbildungsformen des Gipfelgesteins, die schon deutlich porphyrisch waren, schließen sich in der Struktur Handstücke des Mantelgesteins an, die von mir rings um den Berg gelesen worden waren. Es treten in diesen Gesteinen ebenfalls Einsprenglinge von Augit, Olivin, Plagioklas und Hornblende wie in den porphyrischen Varietäten des Gipfelgesteins auf, die hier in einer teils mehr körnigen teils dichteren Grundmasse liegen. In Abb. 6, Taf. II ist der Schliff eines solchen, als Übergangsglied anzusprechenden Gesteins abgebildet, dessen Grundmasse gegenüber den andern Proben des Mantelgesteins noch etwas gröber ist und dessen mengenmäßig noch zurücktretende Hornblende stark in Magnetit umgewandelt ist. In einem andern Handstück war die Grundmasse etwas feinkörniger ausgebildet, die Hornblende trat mengenmäßig mehr in den Vordergrund und war nicht mehr zersetzt. Noch dichter ist die Grundmasse in dem Gestein der Abb. 7, Taf. II, das sehr ähnlich dem Gestein aus dem Streinbruch am Nordabhange ist, dessen Schliff die Abb. 8, Taf. III zeigt.

Auch anhand der Reaktionsdifferentiate und des Mineralbestandes kann der Übergang vom Gipfelgestein zum Mantelgestein verfolgt werden. Die Umwandlung des Olivins in Augit, wie sie bei dem Gipfelgestein besprochen worden ist, ist auch an den eben angeführten Gesteinen zu beobachten. Jedoch ist manchmal eine Umwandlung des Olivins in Hornblende und Augit oder

eine Umwandlung nur in Hornblende festzustellen. Diese seltenen Umwandlungen hängen wohl mit dem Hervortreten der Hornblende und dem Zurücktreten des Augits bei den Übergangsgliedern des Gesteins zusammen. In Fortsetzung der Tendenz, die Umwandlungen in Magnetit zurücktreten zu lassen, die der Entwicklung einer porphyrischen Struktur beim Gipfelgestein parallel geht, wird die Hornblende in den als Übergangsgliedern angesprochenen Gesteinen immer freier von Magnetit. Diese Tendenz nimmt zu, je schneller die Erstarrung vor sich ging, wie man an der dichter werdenden Grundmasse erkennen kann. Gleichzeitig werden die Hornblenden immer idiomorpher.

Quantitativ macht sich dieser Übergang bemerkbar, indem die Hornblende, die beim Gipfelgestein nur rund 1.8 Vol. % (zus. mit Biotit) ausmacht, bis zu 12 Vol. % ansteigt, während der Olivin von 3,3 Vol. % im Gipfelgestein auf rund 1.5 Vol. % im Mantelgestein fällt.

Eine Folge dieser Übergangserscheinungen ist es, daß es schwer fällt, manche Blöcke, die sich auf dem Hang finden, dem Gipfelgestein oder dem Mantelgestein zuzuteilen, wie dies auch H. v. Dechen ((7) S. 132) angibt. Dieses auffallende Vorkommen von Hornblendegestein wird von H. Müller nicht erwähnt, er zieht in seine Betrachtungen nur das anstehende Gestein vom Nordabhang und von der Straße nach Hohenhonnef ein.

β) Das Gestein vom Nordabhang.

Das eine anstehende, von H. Müller als Glimmermonchiquit bezeichnete Hornblendegestein, kommt in einem kleinen aufgelassenen Steinbruch an der Straße Löwenburgerhof-Hohenhonnef einige Schritte südlich eines ehemaligen Brunnenhäuschens vor, an dessen Stelle jetzt bei km 4,1 ein Steinbrunnen in die Wegböschung eingelassen worden ist (Abb. 1, Taf. I). Das Gestein wird westlich von andesitischem Trachydolerit und östlich von Trachyttuff begrenzt, in den ersteren ist es etwas eingedrungen und ist demnach jünger als der andesit. Trachydolerit. Die Lagerungsverhältnisse und die gute säulenförmige Absonderung dieses Gesteins weisen nicht notwendig auf eine Gangbildung hin, wie dies Müller als erster angenommen hat. H. Laspeyres ((15) S. 309) faßt das Vorkommen als eine „rippenförmige Ausweitung des basaltischen Trichters" auf, die durch den Steinbruch gerade an ihrem Ende angeschnitten worden ist. Im Einklang hiermit steht das Auftreten der mit 10—15° nach außen geneigten Basaltsäulen.

Die Farbe des Gesteins ist dunkelgrau, sie wird beim Verwittern bräunlich, bei weitgehender Verwitterung bildet sich eine mehrere Millimeter dicke weiße Rinde. In dem Gestein sind viele Poren und Drusen zu beobachten, die mit Kalkspat und steinmarkähnlichen Verwitterungsprodukten ausgefüllt sind. Mit bloßem Auge kann man die in großer Menge mit schwarzer Farbe aus der Grundmasse hervortretenden Hornblenden erkennen. Sie sind durchschnittlich 3 mm lang und 1 mm breit. Ferner sind mit unbewaffnetem Auge zahlreiche Feldspäte zu beobachten, die als Einsprenglinge bis zu 0,5 cm lang werden.

Das Gefüge ist hypokristallin-porphyrisch (Abb. 8, Taf. III). Es läßt keinen besonderen Hinweis auf eine Entstehung des Gesteins als Gang erkennen. In einer hellen, dichten bis feinkörnigen Grundmasse, die fast ganz kristallin ist, liegen als Einsprenglinge Hornblende, Augit, Plagioklas und Olivin in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit aufgezählt. In der Grundmasse treten noch Magnetit, Apatit und Biotit hinzu. Eine geometrische Analyse ergab folgende Mengenverhältnisse:

Grundmasse	73,8 Vol. %
Hornblende	11,7
Augit	8,8
Plagioklas	4,2
Olivin	1,5

Die Dichte wurde an einem gut erhaltenen Stück nach der Schwebemethode bestimmt und zu d = 2.790 bei 20° im Mittel gefunden.

Die Hornblende kommt wesentlich als Einsprengling im Gestein vor, während sie in der Grundmasse selten anzutreffen ist. Dieses Fehlen der Hornblende in der Grundmasse ist bei Monchiquiten sonst nicht zu beobachten, nach H. Rosenbusch ((22) S. 336) ist gerade die Wiederkehr einer reichlichen Amphibolbildung in der Grundmasse ein charakteristischer Zug der Monchiquite. Meist sind die Kristalle gut ausgebildet und zeigen keine Korrosionsränder. Zwillingsbildungen sind öfters neben Kristallen mit isomorpher Schichtung festzustellen. Einschlüsse von Magnetit als ganz winzige Körnchen sind selten.

$2V_\alpha = 77^0\ 48{,}8'$ in Na-Licht (bei $\beta = 1{,}7$ ang.)

$c/c = 14{,}35^0$

Pleochroismus n_α = hellgelb

n_β = braunrot

n_γ = dunkelbraun

Augit kommt mit 8,8 Vol. % als Einsprengling vor und sieht unter dem Mikroskop fast farblos aus. Ebenso wie der Augit im Heptorit zeigt er isomorphe Schichtung und besitzt öfters einen grünen Kern, der nicht selten durch einen Magnetitsaum von der äußeren Randschicht getrennt ist.

$2V_c = 57{,}5^0$ in Na-Licht (bei $\beta = 1{,}7$ ang.)

$c/c = 51^0$

Dispersion $\varrho > v$ { schwach auf (100) / stärker auf (001)

Pleochroismus schwach

Es handelt sich nach diesen Daten um einen hedenbergitischen Augit. Dies ist nicht die gewöhnliche Pyroxenart der Monchiquite, die rötlichviolett durchsichtige Titanaugite aufzuweisen pflegen (H. Rosenbusch (22) S. 336).

Olivin tritt als große Einsprenglinge im Gestein auf. Von vielen Rissen durchzogen ist er fast unzersetzt. Serpentin ist entgegen den Olivinen der Monchiquite, die stark serpentinisiert und magmatisch resorbiert zu sein pflegen, nirgends wahrzunehmen. Oft bildet der Olivin den Kern von Augiten oder Hornblenden, die sich kranzförmig um ihn herumlegen und aus ihm hervorgegangen sind. Der Achsenwinkel $2V_c$ ist fast 90°.

Die Plagioklase sind leisten- oder tafelförmig, auch ist divergentstrahlige Anordnung oft anzutreffen. Eine Fedorowierung ergab einen Anorthitgehalt von 41 Mol. % An., mithin einen Andesin. H. Müller ((16) S. 421) fand nach der Auslöschungsschiefe gegen die Zwillingsgrenze in basischen Schnitten einen Labrador von der Zusammensetzung Ab_2An_3.

Einsprenglinge von Plagioklasen, wie sie hier auftreten, sind sonst bei den Monchiquiten nicht anzutreffen, deren Plagioklas nur in der Grundmasse vorzukommen pflegt. In dem Gestein unseres Vorkommens sind die Grundmassefeldspäte winzig, es sind wohl meist Plagioklase, da von mir immer schiefe Auslöschung beobachtet worden ist. H. Müller ((16) S. 422) betrachtet einen großen Teil der Grundmassefeldspäte als Orthoklase.

Apatit, Magnetit, Biotit.

Neben kleinen Kriställchen kommt der Apatit auch in größeren Kristallen häufig vor. Ebenso der Magnetit, der im Anschliff isotrop bleibt. Biotit ist so selten, daß z. B. H. Laspeyres ((15) S. 225) ihn als anscheinend fehlend be-

zeichnet. Nach H. Müller ((16) S. 423) ist der Biotit ein zwar häufiger, aber nur sehr geringer Bestandteil der Grundmasse und oft mit Magnetit verwachsen, große Individuen treten sehr vereinzelt auf. Bei den Monchiquiten kommt dagegen der Biotit selten in der Grundmasse, meist in der Form von Einsprenglingen vor (H. Rosenbusch (22) S. 336).

Kalkspat tritt als Umwandlungsprodukt im Feldspat und als Zwischenklemmungsmasse zwischen den Feldspatleisten in der Form regelmäßiger Hexagone vor, woraus H. Müller ((16) S. 423) schließt, daß der Kalkspat aus einem Mineral der Sodalithgruppe hervorgegangen ist.

Von diesem Gestein des Nordabhangs ist eine Analyse von Dr. Fels ((15) S. 310) vorhanden, die aber als Summe den Wert 101,99 aufweist, keine Bestimmungen von FeO, TiO_2, MnO, P_2O_5 enthält und statt H_2O+ und H_2O nur den Glühverlust angibt. Im Folgenden wird eine neu ausgeführte Analyse nebst den dazugehörigen Niggli'schen Projektionswerten mitgeteilt:

SiO_2	51,81 %	si	138,9
TiO_2	2,22	qz	—52,02
Al_2O_3	17,98	al	28,40
Fe_2O_3	1,21	alk	22,73
FeO	3,62	c	22,09
MnO	0,15	fm	28,78
MgO	4,48	ti	4,48
CaO	7,00	p	0,68
Na_2O	5,81	k	0,34
K_2O	4,47	mg	0,62
H_2O+	0,84		
H_2O	0,15	c/fm	0,70
P_2O_5	0,59	Schnitt	5
Summe	100,33		

γ) Das Gestein von der Straße Löwenburgerhof-Hohenhonnef.

Das zweite anstehende, von H. Müller ebenfalls als Gangbildung aufgefaßte und als Hornblendemonchiquit bezeichnete Hornblendegestein tritt an der Straße Löwenburgerhof-Hohenhonnef 30 m westlich von Km 3,9 in der Wegböschung südlich der Straße auf (Abb. 1, Taf. I). Das Gestein ist vom Gehängelehm stark überdeckt, seine Lagerungsverhältnisse und seine Ausdehnung sind schon zur

Zeit der Untersuchung von H. Müller nicht festzustellen gewesen. H. Laspeyres faßt dieses Vorkommen als Ausläufer des Mantelgesteins auf.

Die Verwitterung des Gesteins ist sehr stark fortgeschritten und frisches Material ist nicht mehr zu erhalten. Das Gestein hat eine braune Oberflächenfarbe erhalten und ist mit vielen Poren und Kanälen durchsetzt, die gelbbraunes Eisenhydroxyd enthalten. Im Inneren ist die Farbe des Gesteins gräulichgrün. An frischen Bruchstellen kann man zahlreiche schwarze Hornblendenadeln von einer Länge bis zu 0,5 cm und 0,2 cm Breite feststellen, die sich deutlich aus der Grundmasse herausheben. Beim Schlagen neigt das Gestein dazu, in Schalen abzuspringen.

Die Struktur ist hypokristallin-porphyrisch (Abb. 9, Taf. III), sie weist auf eine schnelle Erstarrung hin. Nach dem Gestein im Dünnschliff könnte eine Gangbildung vorliegen, aber auch bei einem Ausläufer des Mantelgesteins würden wohl ähnliche Abkühlungsbedingungen geherrscht haben, wie bei einer Gangbildung. Unter dem Mikroskop sieht man eine stark vorherrschende Grundmasse, die vorwiegend feinkristallin ist und in der Einsprenglinge von Hornblende und Augit liegen. In der Grundmasse selbst finden sich massenhaft Magnetit, weiterhin Feldspäte, Hornblende, Augit, Apatit, Glas und Biotit. Auffallend auf den ersten Blick ist die grüne Farbe der Grundmasse, die auf Zersetzung beruht.

Geometrische Analysen an zwei verschiedenen Schliffen ergaben:

Grundmasse	85.8 Vol. %	86.7 Vol. %
Hornblende	12,7	11,6
Plagioklas	1,4	1,6
Augit	0,1	0,1

Die Dichte, an einem Würfelchen nach der Schwebemethode bestimmt, ergab sich bei 20 ° C zu d = 2.575 (gemittelt aus 2,58 und 2,57).

Feldspat kommt als Einsprengling nicht im Gestein vor, sondern nur in der Grundmasse, wo er aber sehr stark beteiligt ist. Wegen seiner Kleinheit und der allgemeinen Zersetzung der Grundmasse ist er nicht näher bestimmbar. H. Müller ((16) S. 425) nimmt den Feldspat zum großen Teil als Orthoklas an, dem er mindestens dieselbe Beteiligung an der Grundmasse zuschreibt wie dem Plagioklas.

Hornblende kommt z. T. verzwillingt als Einsprengling vor und ist auch in der Grundmasse stark beteiligt. In den Kristallen treten fast keine Einschlüsse auf, auch fehlt ein Reaktionsrand.

$2V_\alpha = 72^0 3'$ in Na-Licht (bei $\beta = 1{,}7$ ang.)

$c/c = 12{,}6^0$

Pleochroismus n_α = hellgelbgrün

n_β = heller braun

n_γ = dunkler braun

Der Augit ist farblos, hellgrau oder grünlich und besitzt dann äußerst schwachen Pleochroismus. Nach den folgenden Daten handelt es sich offenbar um denselben Augit wie bei dem Gestein vom N-Abhang.

$2V_c = 57{,}5^0$ in Na-Licht (bei $\beta = 1{,}7$ ang.)

Dispersion $\varrho > v$ sehr schwach

In der Grundmasse treten noch Biotit und Apatit auf. Die farblose Glasmasse ist stark zersetzt mit der schon oben geschilderten grünen Farbe. Öfters kommen kugelige Anhäufungen der grünen Zersetzungsmasse vor, die optisch isotrop ist.

Eine Analyse des Gesteins von diesem Fundpunkt ist wegen dessen schlechter Beschaffenheit nicht ausgeführt worden.

Bezeichnung der hornblendeführenden Gesteine.

Das zuletzt besprochene Gestein könnte nach der Struktur, dem Auftreten der Feldspäte und der Wiederkehr der Amphibole in der Grundmasse als Monchiquit angesprochen werden, wenn die Lagerungsverhältnisse die Gangnatur erkennen lassen würden. Sichere Unterschiede gegenüber einem Monchiquit liegen dagegen bei dem Gestein des Nordabhangs in dessen Absonderung, den Lagerungsverhältnissen und dem Mineralbestand vor. Daneben rechtfertigt der enge Anschluß dieses Gesteins in Struktur und Mineralbestand an das Gestein, das auf dem Mantel des Berges auftritt, eine Zuteilung zu diesem. Man darf wohl nach dem Vorgang von H. Laspeyres auch das zuletzt besprochene Gestein als Fortsetzung des Mantelgesteins betrachten und die Gesteine der 3 Vorkommen als Hornblendebasalte bezeichnen. Letztere bilden nach A. Osann ((22) S. 455) eine kleine Untergruppe der Alkalibasalte, der Gesteine, denen das Gipfelgestein angehört.

b) Andesitischer Trachydolerit.

Dieses Gestein, das sich außerhalb der Löwenburg noch am Brüngelsberg (Merkenshöhe), am Ölberg, zwischen Geisberg und

Jungfernhardt und südöstlich von Bennerth findet ((27) S. 68), nimmt eine Mittelstellung zwischen Andesit und Basalt ein. Die Farbe schwankt zwischen hell- und dunkelgrau, die durch Verwitterung über hellgelblichgrau und rötlich schließlich in weiß übergeht.

Die Struktur ist porphyrisch, und zwar werden die Einsprenglinge vornehmlich von Plagioklas, Hornblende und Augit gebildet. Die Grundmasse besteht aus Plagioklas, Biotit, Hornblende, Augit, Apatit, Magnetit und Glas.

Das Gestein tritt stets in Gangform auf und zeigt eine plattige Absonderung parallel zu den Gangwänden. Das Alter dieses andesitischen Trachydolerits ist höher als das des Mantelgesteins, da in dem Steinbruch am N-Abhang der Löwenburg das Mantelgestein in den andesitischen Trachydolerit eingedrungen angetroffen wird ((15) S. 309). Eine Abhängigkeit der Gangrichtung von der Lage des Gipfelgesteins, wie sie vielleicht zu erwarten wäre, wenn man letzteres als Tiefengestein und den andesitischen Trachydolerit als dazugehöriges Ganggestein betrachtet (H. Müller (16) S. 418), ist nicht zu beobachten. Die Gänge folgen entweder der allgemeinen Richtung des rheinischen Streichens von O nach W oder der senkrecht dazu stehenden Richtung (Abb. 1, Taf. I).

Dieses Gestein tritt im Bereich der Löwenburg in 4 Gängen auf: I) ein nördlicher, II) ein mittlerer, III) ein südlicher und IV) ein westlicher Gang ((15) S. 303). Ferner steht es an südlich der Burg, am südlichen Fußwege vom Löwenburgerhof zum Gipfel und zwar am Ende des in Tuff eingeschnittenen Hohlweges. Dies letztere Gestein ist von H. Laspeyres ((15) S. 309) zum Mantelgestein gestellt worden.

Das Gestein des nördlichen Ganges ist hellgrau. In seiner Grundmasse sind 0,5—0,75 cm große milchweiße Plagioklastafeln wahrnehmbar, die bei stärkerer Zersetzung gelblich werden. Auch Biotit und Hornblende ist erkennbar. Zahlreiche Poren sind teils mit gelbem Kalkspat oder Eisenhydroxyd gefüllt, teils sind sie leer. Eine geometrische Analyse ergab folgende Werte:

Grundmasse + größ. Magnetite	94,1 Vol. %
Plagioklas	2,7
Augit	0,4
Hornblende	2,8

Das spezifische Gewicht des Gesteins dieses Fundpunkts ergab bei 20 ° C nach der Pyknometermethode s = 2,637.

Das untersuchte Material vom mittleren Gang stammt von der an der Straße liegenden Klippe ((15) S. 303) und besitzt eine mehr dunkelgraue Farbe. Die Plagioklase treten makroskopisch nicht mehr hervor, dafür ist Augit und Hornblende zu erkennen, die hier stark in den Vordergrund treten (Abb. 11, Taf. III). Eine geometrische Analyse dieses Gesteins ergab folgende Volumenverhältnisse:

Grundmasse	82,4 Vol. %
Plagioklas	7,9
Augit	7,7
Hornblende	2,0

Die Dichte ergab nach der Schwebemethode bei 20 ° C im Mittel $d = 2{,}658$ ($d_1 = 2{,}658$, $d_2 = 2{,}658$).

Das Gestein des südlichen Gangs ist im Aussehen dem des nördlichen Gangs ähnlich. Es hat eine hellgraue Grundmasse mit Plagioklastafeln als Einsprenglingen, die milchigweiß bis gelblich sind. Hornblende ist reichlich vorhanden, Biotit selten. Die Textur ist eine schiefrige, die durch die den Salbändern parallele Anordnung der Plagioklastafeln und die gleichgerichtete Textur der Grundmasse hervorgerufen ist. Die Volumenprozente von Grundmasse und Einsprenglingen sind die folgenden:

Grundmasse	76,3 Vol. %
Plagioklas	13,3
Hornblende	3,4
Augit	7,0

Das spezifische Gewicht nach der Pyknometermethode bei 20 ° C ergab sich zu $s = 2{,}745$.

Von dem Gestein des westlichen Ganges konnte wegen der starken Bedeckung durch Gehängelehm kein Handstück geschlagen werden.

Das Gestein, das südlich der Burg ansteht, ist dunkelgrau und hat viele Hornblendenadeln, die hier gegenüber den Plagioklaseinsprenglingen mehr hervortreten. Eine geometrische Analyse ergab:

Grundmasse + größ. Magnetite	78,1 Vol. %
Hornblende	9,4
Augit	7,0
Plagioklas	5,5

Die Gesteine dieser Fundpunkte sind schon ausreichend beschrieben von H. Laspeyres ((15) S. 303—306 und S. 217—220)

sowie von (H. Müller ((16) S. 427—434), sodaß ich nur auf ergänzende Beobachtungen und Untersuchungen einzugehen brauche.

Die Plagioklaseinsprenglinge schwanken in ihrem Anorthitgehalt zwischen 43 und 50 Mol. % An. Es wurde beim nördlichen Gang im Mittel 43 Mol. % An., beim mittleren Gang durchschnittlich 48—50 Mol. % und beim südlichen Gang 43 Mol. % An. gefunden. An Zwillingsgesetzen wurde beim Fedorowieren mehrere Male das Periklingesetz und mehrere Male das Gesetz „benachbart Karlsbad" beobachtet. Die Plagioklaseinsprenglinge des Gesteins, das südlich der Burg ansteht, waren unverzwillingt. An ihnen wurde auf dem Universaldrehtisch der Achsenwinkel gemessen, woraus sich ein Plagioklas mit 44—45 Mol. % Anorthitgehalt ergab. Die Grundmassefeldspäte sind bei allen Vorkommen nach der Methode der symmetrischen Auslöschung bestimmt worden und es ergab sich, daß sie im wesentlichen dieselbe Zusammensetzung wie die Einsprenglinge in demselben Gestein hatten.

An Hornblende und Augit sind folgende optische Daten bestimmt worden:

Hornblende:

$2V_\alpha = 72^0\ 3'$ in Na-Licht (bei $\beta = 1{,}7$ ang.)

$c/c = 11{,}2^0$

Dispersion $\varrho < v$ schwach

Pleochroismus n_α = schmutzig gelb bis grün

n_β = hellbraun

n_γ = dunkelbraun

Augit:

$2V_c = 51^0\ 12{,}5'$ in Na-Licht (bei $\beta = 1{,}7$ ang.)

$c/c = 48{,}55^0$

teilweise Dispersion der Auslöschung

$\varrho > v$ { stark auf (001)
schwach auf (100)

An Analysen des andesitischen Trachydolerits sind vorhanden (s. Tab. 5)

1. vom mittleren Gang ausgeführt von M. Deiters ((8) S. 121),
2. vom mittleren Gang angefertigt von H. Müller ((16) S. 432),
3. vom nördlichen Gang aus dem Steinbruch, ebenfalls von H. Müller ((16) S. 432) ausgeführt.

Die Projektionswerte der Analysen befinden sich in Tab. 6, sie sind der Arbeit von H. Jung ((14) S. 261/62) entnommen.

Von mir wurde eine Analyse des Gesteins vom mittleren Gang ausgeführt (Analyse 4). Das Material stammt von der Felsklippe an der Kehre der Straße nach Honnef zwischen km 5,5 u. 5,6.

Tabelle 5.

	1)	2)	3)	4)	5)
SiO_2	54,73	53,57	54,12	53,07	57,19 %
TiO_2	—	—	—	2,17	0,32
Al_2O_3	19,26	19,14	18,77	18,50	16,27
Fe_2O_3	8,00	8,51	8,20	2,03	6,85
FeO	—	3,05	2,14	2,52	0,70
MnO	Spur	Spur	Spur	0,28	—
MgO	0,14	1,01	1,17	2,92	2,28
CaO	4,22	4,13	3,98	5,58	4,89
Na_2O	6,78	4,76	5,63	6,72	6,08
K_2O	4,68	3,98	4,03	4,09	4,79
H_2O+	2,50	2,88	2,45	1,87	—
H_2O				0,14	—
P_2O_5	Spur	—	—	0,60	0,09
Summe	100,31	101,03	100,49	100,49	99,46
d	2,74	2,71	2,63	2,66	—

Tabelle 6.

	1)	2)	3)	4)	5)
si	173	161	165	155,1	173,8
qz	—49	—25	—33	—51,5	—34,9
ti	—	—	—	4,8	0,7
p	—	—	—	0,7	0,1
al	36	34	33,5	31,9	29,1
fm	19,5	31,5	29	24,0	27,8
c	14	13	13	17,5	15,9
alk	30,5	21,5	24,5	26,6	27,2
k	0,31	0,37	0,32	0,28	0,34
mg	0,04	0,14	0,18	0,53	0,37
Schnitt	5	3	4	5	4
Magma	monz. foyait	syenit.-monz-syen.	syenit.	vesuv.-monz.-syen.	essexit.

Die Analysen 1)—3) zeigen ziemliche Unterschiede, besonders in den Werten für MgO und für das Gesamteisen. Auch mit der von mir ausgeführten Analyse stimmen sie gerade in diesen Stoffen schlecht überein. Von dem andesitischen Trachydolerit gibt es eine weitere Analyse, deren Werte, abgesehen von SiO_2, mit den von mir festgestellten besser übereinstimmen. Das Gesteinsmaterial stammt von dem großen Brüngelsberg (Merkenshöhe), wo dieses die beste Ausbildung zeigt. Das Material der von stud. chem. Rössler (H. Laspeyres (15) S. 341) angefertigten Analyse war vorher bei 110° getrocknet worden. Die Analysen- und Projektionswerte sind unter 5) mitgeteilt.

Übereinstimmend mit meinen Werten sind hier besonders die für die Charakterisierung des Gesteins wichtigen Werte al, fm, c, alk, k und mg. Der Kieselsäuregehalt in der Analyse 5) dürfte zu hoch sein, da H. Laspeyres ((15) S. 341) außer dieser Analyse noch eine unvollständige Analyse erwähnt, die SiO_2 = 56.64 % aufweist: H. Laspeyres selbst fand 55,5 % SiO_2. Der Kieselsäuregehalt würde außerdem noch geringer werden, wenn man diese Analysen auf luftfeuchtes Material umrechnen würde, da sämtliche 3 angegebenen Kieselsäurewerte an vorher getrocknetem Material bestimmt worden waren.

Die Stellung des Gesteins in dem Differentiationsdiagramm der Alkaligesteine des Siebengebirges entspricht seinem relativen Alter, das nach den Lagerungsverhältnissen in dem erwähnten Steinbruch festgestellt werden kann. Die Gesteine des Siebengebirges nehmen nämlich mit zunehmendem si an Alter zu, sodaß an dem großen si des andesitischen Trachydolerits auch sein höheres Alter verglichen zum Gipfel- und Mantelgestein erkennbar ist.

c) Heptorit.

Der untersuchte Heptorit steht im Rhöndorfertal an, 55 Schritte oberhalb des km 2.3 in der Wegböschung, wo das Gestein über dem Drachenfelstrachyt als ungefähr $^{3}/_{4}$ m dicker Gang an der Grenze zwischen Trachyt und devonischer Grauwacke auftritt (Abb. 1, Taf. 1). Eine Beziehung des Gesteins zu dem Gipfelgestein der Löwenburg ist nach seinen Lagerungsverhältnissen nicht erkennbar.

Außer von H. Laspeyres (15) S. 235 und 295), der dieses Gestein nach Aussehen und Mineralbestand als Magmabasalt bezeichnet, wird dies Vorkommen von K. Busz (5) beschrieben und das Gestein Hauynmonchiquit genannt. Diese Bezeichnung erscheint nach Struktur und Mineralbestand auch gerechtfertigt.

Das frische Gestein ist schwarz und sehr feinkörnig, mit einem schwachen Glanz. Es hat große Ähnlichkeit mit einem feinkörnigen Basalt. Zahlreiche kleine Poren sind nachträglich mit einer hellen Substanz ausgefüllt, die aus Kalkspat und Serpentin besteht. Vereinzelt finden sich größere Ausscheidungen von Olivin, Augit und Hornblende, die allgemein nicht größer als 0,5 cm werden, mit Ausnahme der größeren Feldspäte, die K. Busz ((5) S. 87) als Sanidineinschlüsse aus dem daneben anstehenden Trachyt erkannt hat.

Das nach der Schwebemethode ermittelte spezifische Gewicht des Gesteines ergab sich zu 2,906 bei 20° C.

An Gemengteilen enthält es: Augit, Hornblende, Hauyn, Magnetit, Glasmasse, Plagioklas, Olivin und Biotit. Daneben noch Serpentin, Zeolithe, Kalkspat und Magnesit. Nephelin, dessen Anwesenheit K. Busz ((5) S. 89) in Frage stellt, konnte auch von mir mittels des Färbverfahrens (Salzsäure, Methylenblau, Fuchsin) nicht nachgewiesen werden.

Zwei geometrische Analysen ergaben die unter 1) und 2) angeführten Werte. In der einen wurde die Beteiligung von Augit, Hornblende, Olivin und Grundmasse, in der anderen die von Augit und Hornblende, Glas, Hauyn und Magnetit in der Grundmasse bestimmt. 3) ist eine Zusammenfassung der beiden Analysen.

1)		2)	
Grundmasse	88,7 Vol. %	Augit + Hornblende (4 : 1)	77,8 Vol. %
Augit	6,6	Glas	10,0
Olivin	4,3	Hauyn	5,0
Hornblende	0,4	Magnetit	7,2

3)	
Augit	62,0 Vol. %
Hornblende	14,0
Glas	8,9
Magnetit	6,4
Hauyn	4,4
Olivin	4,3

Augit. In der Grundmasse ist dieser zu rd. 60 Vol. % enthalten, während er als Einsprengling im Gestein mit 6.5 Vol. % vorkommt; in beiden Fällen handelt es sich um die gleiche Augitart. Die Kristalle der Grundmasse sind selten größer als $\frac{1}{3}$ mm. Ihre Farbe im Dünnschliff ist hellgrau, öfters mit einem Kern, der eine gelbe bis grüne Farbe aufweist und etwas pleochroitisch ist. Der

Pleochroismus der gewöhnlichen Kristalle ist äußerst schwach. Zonarstruierte Individuen und solche mit Sanduhrstruktur sind häufig, desgleichen Zwillinge, auch polysynthetische.

Als Einschlüsse enthalten die Augite Magnetit in kleinen Körnchen und farblose Glasteilchen. Öfters treten gesetzmäßige Verwachsungen von Augit und Hornblende mit gemeinsamer Längsachse auf. Korrosionen sind selten, besonders randliche. Nur der grüne oder gelbe Kern der Augite ist öfters an seinem Rand in Magnetitschnüre umgesetzt.

$c/c = 41{,}5^0$ ($41{,}43^0$ gemessen in Na-Licht)

$2V_c = 5{,}^0$ in Na-Licht (51^0 12,51' bei $\beta = 1{,}70$ ang.)

$\gamma - \alpha = 0{,}03$ ($I = 0\,666\mu$, $d = 21{,}8\mu$)

Dispersion: Achse A auf (100) $\varrho > v$ schwach

„ B „ (001) $\varrho > v$ deutlich

Der Augit ist demnach als ein diopsidischer Augit anzusprechen, wie er bei Monchiquiten öfters vorkommt.

Die Olivine treten fast nur als Einsprenglinge auf und sind durchschnittlich 0,5 mm lang bei einer Breite von 0,25 mm. Selten werden sie bis zu 1 mm lang, wobei sie dann ungefähr 0.5 mm breit sind.

$2V_c = 95{,}3^0$ in Na-Licht (für $\beta = 1{,}67$ ang.)

Dispersion $\varrho < v$

Nach der Größe des Achsenwinkels hat der Olivin rd. 23 % FeO-Gehalt. Er ist im frischen Gestein meist gut umgrenzt und farblos, bei der Verwitterung geht er in grüne Serpentinsubstanz über, die von den Rissen der Kristalle ausgeht. Auch sind öfters Umbildungen in Karbonate, Magnesit und Kalkspat zu beobachten. Besonders die serpentinisierten Olivine, aber auch die frischen, zeigen randlich eine Anhäufungszone von kleinen Grundmasseaugiten und Hornblendekristalliten.

Hornblende. Diese ist in der Grundmasse mit rd. 14 Vol. % enthalten. Sie kommt meist in Form von Nadeln und kleinen Leisten vor. Als Einsprengling tritt sie in der Gesamtmasse mit ungefähr 0,4 Vol. % nicht sehr in Erscheinung. Beidesmal hat man es mit derselben Hornblendeart zu tun. Die reichliche Wiederkehr der Einsprenglingshornblende in der Grundmasse ist für Monchiquite charakteristisch, auch das Vorkommen in Form von Nadeln und Leisten steht mit dem der Hornblende in Monchiquiten im Einklang. Die Länge der Kristalle beträgt selten mehr als 0.3 mm bei einer durchschnittlichen Breite von 0,15 mm. Viele

Individuen sind zonarstruiert und zu Zwillingsbildungen vereinigt.

Manche Kristalle besitzen einen dunkelbraunen oder grünen, parallel zu den Kristallkanten begrenzten Kern, der oft randlich von Magnetit umsäumt ist. Bei weitgehender Umwandlung in Magnetit ist oft der ganze Kern mit Magnetitkörnchen ausgefüllt

$c/c = 15{,}27^0$ in Na-Licht

$2V_\alpha = 87^0\ 21{,}34'$ in Na-Licht (aus $\beta = 1{,}7$ ang. berechnet)

$\gamma - \alpha = 0{,}0205$ ($\Gamma = 0{,}448\mu$, $d = 21{,}8\mu$)

Pleochroismus deutlich n_α grau-gelblich

n_β, n_γ braun

Den optischen Verhältnissen nach liegt eine basaltische Hornblende vor.

Magnetit tritt in zahlreichen kleinen Kristallen mit den typischen Durchschnitten in der Grundmasse mit rd. 7,2 Vol. % auf. Er ist teils, wie oben schon erwähnt, in Augit und Hornblende vorhanden. Eine qualitative Analyse des durch Zentrifugieren abgetrennten Erzes ergab einen Mangangehalt. Unter dem Erzmikroskop war kein optisch anisotropes Verhalten festzustellen.

Der Hauyn ist, bei meist isometrischer Ausbildung, kleiner als 0,2 mm. Die Kristalle sind gewöhnlich scharf umgrenzt und weisen regelmäßig sechseckige und quadratische, sowie rechteckige Querschnitte auf. In sämtlichen Schnittlagen ist der bläuliche Hauyn völlig isotrop. Auf seinen Umgrenzungen stehen viele strichartige schwarze Einschlüsse senkrecht und machen ihn am Rande fast undurchsichtig, während sie nach der Mitte zu stark abnehmen, resp. ganz verschwinden. Hin und wieder sind auch Apatite unregelmäßig von Hauyn umschlossen.

Die Glasmasse gelatiniert leicht mit Salzsäure und ist meist klar und farblos. Nur an wenigen Stellen ist eine beginnende Entglasung an auftretenden Trübungen festzustellen.

Serpentinartige Bildungen kommen, wie oben schon erwähnt, als Umsetzungsprodukte des Olivins und mit Chlorit zusammen als solche des Augits vor. Auch beobachtet man öfters sekundär entstandenen Kalkspat und Magnesit. Serpentin kommt ferner öfters in kugelförmigen Drusen vor, die am äußeren Rand eine dunklere Farbe aufweisen als in der Mitte und durchschnittlich einen Durchmesser von 0,3 mm besitzen. In einigen dieser Drusen fanden sich ganz feinkristalline Aggregate von Zeolithen.

Plagioklas kommt in der glasigen Grundmasse in so winzigen wasserklaren Individuen vor, daß seine Bestimmung unsicher ist, es scheint sich um einen Labrador zu handeln, der in großer Menge die Glasbasis durchsetzt.

Die größeren Plagioklasindividuen im Gestein stellen Einschlüsse dar, sie stammen wohl alle aus dem Trachyt, was man an ihrer randlichen Zersetzung und ihrer Umhüllung mit winzigen Augitkristallen erkennen kann. Diese fremden Einschlüsse ergaben sich nach der Fedorowmethode als Oligoklase mit einem Anorthitgehalt von ungefähr 30 %.

Apatit kommt als Nebengemengteil in winzigen Säulchen von höchstens 0,1 mm Länge ziemlich häufig vor.

Biotit tritt im Heptorit sehr selten auf. Wo er auftritt, scheint er aus dem Trachyt zu stammen, da man ihn in reinem Gestein nie antrifft, sondern nur in Einschlüssen und deren Umgebung, worauf auch K. Busz ((5) S. 96) hinweist. Er ist stets, besonders am Rande, stark mit Magnetit durchsetzt. Hinsichtlich des Auftretens des Biotits unterscheidet sich der Heptorit etwas von den Monchiquiten, in welchen Biotit als primärer Einsprengling vorzukommen pflegt.

In Begleitung des Oligoklas kommt in den fremden Einschlüssen auch Sanidin vor, der in unregelmäßiger Gestalt auftritt.

Die Abgrenzung der Einschlüsse gegen den Heptorit ist scharf und ohne Kontaktzone. Da die Gesteinsgemengteile keinerlei Kataklasstruktur zeigen, ist anzunehmen, daß die Einschlüsse nicht aus dem Trachyttuff, sondern aus dem Trachyt stammen. Der Heptorit ist danach als ein jüngeres Gestein als der Trachyt anzusprechen.

Die chemische Analyse, deren Projektionswerte sich bei P. Niggli ((17) S. 129) finden, ist von K. Busz ((5) S. 91) ausgeführt worden.

SiO_2	43,92 %	si	94
TiO_2	1,78	qz	—36
Al_2O_3	17,62	ti	2,98
Fe_2O_3	4,05	p	0,13
FeO	3,94	al	22
CaO	13,07	fm	40
MgO	8,16	c	30
Na_2O	2,84	alk	7,5
K_2O	1,33	k	0,24
H_2O	2,82	mg	0,66
SO_3	0,47		
P_2O_5	0,15		
Cl	0,22		
Summe	100,37		

Im Projektionstetraeder kommt das Gestein in den Schnitt 5 zu liegen, es ist darnach aus einem pyroxenit-hornblenditgabbroiden Magma entstanden. Die Projektionswerte entsprechen in ihren gegenseitigen Verhältnissen gut den für Monchiquite geltenden und nähern sich dem von P. Niggli ((17) S. 357) angegebenen „Typus“ des Monchiquits. Auf Grund seiner Magmenzugehörigkeit gehört der Heptorit nicht in die Alkalitendenz. der das Gipfelgestein der Löwenburg angehört, sondern in die pazifische Tendenz der Siebengebirgsgesteine (s. „Chemismus“).

Daß dieses Gestein nach Struktur, Mineralbestand und chemischer Analyse ein den Monchiquiten zuzurechnendes Ganggestein ist, kann somit angenommen werden. Zu dem Gipfelgestein der Löwenburg lassen die Lagerungsverhältnisse des Heptorits sowie seine Stellung in den Differentiationsdiagrammen der Siebengebirgsgesteine (vergl. „Chemismus“) keine Beziehung erkennen, sodaß man diesem geringfügigem Vorkommen wohl wenig Beweiskraft für die Tiefengesteinsnatur des Gipfelgesteins zusprechen kann, wie dies Busz und Müller getan haben.

d) Kühlsbrunnentrachyt.

Das Gestein tritt im Rhöndorfertal am Kühlsbrunnen als rd. 40 m mächtiger Gang mit einem Streichen NNW—SSO und fast senkrechtem Einfallen auf eine Länge von etwa 250 m hin auf. Seine Farbe ist im frischen Zustande hell bläulichgrau und geht beim Verwittern über grünlichgrau ins weißliche über. Es hat schiefrige bis grobschuppige Textur und weist einen seidenartigen Glanz auf.

Hauptgemengteile sind Sanidin und tafliger Plagioklas, die höchstens bis 2 mm lang werden. Aegirin in Prismen von 0,01—0,05 mm Länge ist häufig. Dieser wird manchmal bis zu 4 mm lang. Ferner tritt noch Sodalith in frischer, klarer und farbloser Beschaffenheit als meist rundliche Körner auf. Den beiden letzten Gemengteilen verdankt das Gestein seinen Namen Aegirintrachyt bezw. Sodalithtrachyt. Selten kommt Magnetit und Biotit vor. Typisch für das Gestein ist seine poröse Beschaffenheit beim Verwittern, wobei zahlreiche bräunliche Poren zu beobachten sind, die ihre Entstehung dem Herauswittern der Sodalithe verdanken.

Ausführliche und genaue Beschreibungen des Vorkommens und des Mineralbestandes sind schon veröffentlicht von: H. v. Dechen ((7) S. 82—86), W. Bruhns ((4) S. 39—56). H. Laspeyres ((15) S. 207—210) und O. Wilckens ((27) S. 97—98).

An zwei Schliffen wurde mit dem Integrationstisch eine Messung der Grundmasse und der Feldspäte vorgenommen, die folgendes Ergebnis hatte:

	1)	2)	Mittel
Grundmasse	81,9	79,4	80,7 Vol. %
Feldspäte	18,1	20,6	19,3

Eine Bestimmung der Dichte nach der Schwebemethode ergab bei 21° C im Mittel d = 2,51 (aus 2,515 und 2,505 gemittelt).

Analysen.

An Analysen sind vorhanden ((15) S. 290):

1) Frisches Gestein, G. Bischof.
2) Nicht ganz frisches Gestein, Bothe.
3) Frisches, porenfreies Gestein, W. Bruhns.

	1)	2)	3)	4)		3)	4)
SiO_2	64,21	62,11	63,31	63,07 %	si	243	270,84
TiO_2	—	—	—	0,41	qz	—3	—0,72
Al_2O_3	16,98	19,45	16,34	18,65	ti	—	1,32
Fe_2O_3	6,69	5,02	4,30	1,64	p	—	0,15
FeO	—	—	2,08	0,15	al	36,5	47,20
MnO	- Mn_2O_3	1,15	Spur	0,07	fm	21	7,45
CaO	0,49	1,29	1,42	0,53	c	6	2,45
MgO	0,18	0,29	0,37	0,21	alk	36,5	42,89
K_2O	4,41	3,98	5,54	6,74	k	0,37	0,43
Na_2O	5,13	6,01	6,21	5,87	mg	0,10	0,18
Cl	—	—	0,18	0,08			
SO_3	—	—	—	0,03	Schnitt	3	3
H_2O+	1,00	—	0,77	1,58	Magma	nordmarkitisch	
H_2O-		—		1,22			
P_2O_5	—	—	—	0,09			
Summe	99,09	99,30	100,82	100,34			
d	2,701	—	—	2,51			

Bei den Analysen 1) und 2) sind die Summenwerte zu niedrig, auch stammt Analyse 2) von nicht ganz frischem Gestein, wobei die Wasserbestimmung wichtig gewesen wäre. In der petrographischen Literatur ist wohl aus diesen Gründen auch nur Analyse 3) verwertet worden (H. Jung, (4) S. 261). Eine von mir ausgeführte Analyse an unzersetztem Material ist unter 4) angeführt.

Als von Busz und Müller die Ansicht ausgesprochen wurde, daß das Gipfelgestein der Löwenburg ein Essexit sei, wurde auch der Vermutung Raum gegeben, daß der Kühlsbrunnentrachyt kein eigentlicher Trachyt, sondern ein Sodalithbostonit sei ((6) S. 178). Nähere Untersuchungen, die außer dieser Frage auch noch prüfen sollten, ob noch andere Gesteine, die in der Nähe der Löwenburg auftreten, essexitische Ganggesteine seien, sind an der gleichen Stelle angekündigt, aber für das Gestein vom Kühlsbrunnen dann nicht mehr ausgeführt worden.

Nach dem Chemismus kann man sich weder für die eine noch für die andere Auslegung des Gesteins entscheiden, da sowohl Ägirintrachyte als auch Bostonite Gesteine eines nordmarkitisch-pulaskitischen Magmas darstellen. Textur, Struktur, makroskopisches Aussehen und Auftreten in der Natur lassen sich hier ebenfalls schwer zur Unterscheidung heranziehen.

Nach H. Rosenbusch ((22) S. 380) bilden die Ägirine der Ägirintrachyte sowohl Einsprenglinge als auch reichlichen Be-

standteil der Grundmasse. Dies trifft bei dem Gestein vom Kühlsbrunnen zu. In den Bostoniten hingegen ist der Augit spärlich (H. Rosenbusch (22) S. 305), was auch J. E. Hibsch ((9) S. 69) für die Bostonite des böhmischen Mittelgebirges angibt. Weiterhin ist bei Bostoniten der Orthoklas bezw. Sanidin selten, der bei dem Kühlsbrunner Gestein als Hauptfeldspatgemengteil zusammen mit dem Plagioklas auftritt. Dem Mineralbestand nach entspricht also unser Gestein mehr den Trachyten als den Bostoniten.

Es seien noch einige Trachyte aufgeführt, mit denen das Kühlsbrunnengestein eine gewisse Ähnlichkeit verbindet. Nach W. Bruhns ((4) S. 45) ist der Kühlsbrunnentrachyt dem helleren Trachytgestein vom Bruderkunzberg bei Honnef sehr ähnlich, worauf G. vom Rath ((20) S. 254) wohl zum ersten Mal hingewiesen hat. Ein weiteres sehr ähnliches Gestein (W. Bruhns (4) S. 49) ist der als Sanidin-Oligoklas-Trachyt bezeichnete Trachyt vom Fuß der Ruine Steinburg bei Hartenfels im Westerwald. Weiterhin werden von W. Bruhns ((4) S. 52) der Trachyt von Bolsena, der vom großen Teufelsberg bei Arzbach und ein solcher von der Straße Maxsayn-Zürbach im Westerwald als dem Kühlsbrunnentrachyt ähnlich bezeichnet.

Es gehören hierher ferner die Akmittrachyte aus den Crazy Mountains, Montana, die von J. E. Wolff und R. S. Tarr ((28) S. 227—233) beschrieben werden. Diese Autoren weisen auf die große Ähnlichkeit der chemischen und mineralogischen Zusammensetzung der Akmittrachyte mit derjenigen des Kühlsbrunnentrachyts hin. Die beiden Autoren haben auch durch ihren Hinweis auf das Auftreten der Sodalithe und deren Verwitterungsart in jenen Trachyten die Erkennung der Sodalithe im Kühlsbrunnentrachyt bewirkt. — Nach der bei H. v. Dechen ((7) S. 83) angeführten Angabe von G. Rose ähnelt weiterhin eine Trachytlava vom Tal von Furnas auf St. Miguel dem Kühlsbrunnentrachyt sehr.

In diesem Zusammenhang ist die Feststellung von Interesse, daß H. Rosenbusch ((21) S. 929) zu einer Zeit den Kühlsbrunnentrachyt als einen „ganz vorzüglichen Ägirintrachyt" bezeichnet als die Vermutung, daß es sich bei diesem Gestein um einen Sodalithbostonit handelt, schon ausgesprochen war.

Man darf daher nach dem oben angeführten Unterschied im Mineralbestand und dem Vergleich mit anderen Trachyten den Kühlsbrunnentrachyt weiterhin als Ägirintrachyt bezeichnen.

Nach den Untersuchungen von Niggli hat im Siebengebirge keine einfache Lamprophyrspaltung stattgefunden, sodaß auch von

dieser Seite die Auslegung des Kühlsbrunnentrachyts als Sodalithbostonit, als leukokrates Ganggestein eines essexitischen Tiefengesteins, keine Stütze findet.

e) Kühlsbrunnenanamesit.

Eine genaue Darstellung des Vorkommens, Aussehens und Mineralbestandes dieses Gesteins findet sich bei H. Laspeyres ((15) S. 294/95). Eine geometrische Analyse hatte folgendes Ergebnis:

Grundmasse	84,6 Vol. %
Drusenmineralien	10,6
Olivin	3,6
Augit	1,2

Die Dichte wurde nach der Schwebemethode im Mittel zu d = 2,733 bei 21° C ermittelt. Das Gestein ist sehr porös, worauf die Einzelwerte 2,725 und 2,740 hinweisen.

3) Der Chemismus der Löwenburggesteine.

Nach den Untersuchungen von P. Niggli ((18) S. 57—59) und H. Jung ((14) S. 266) hat sich das Siebengebirge als eine Mischprovinz mit pazifischen, mediterranen und atlantischen Gesteinen erwiesen. Man kann die verschiedenen Eruptiva des Siebengebirges in gewisse Hauptgruppen zusammenfassen und mit diesen zwei Differentiationstendenzen feststellen.

Die erste Gesteinsgruppe ist mit nicht sehr hohem k und relativ niedrigem mg nicht direkt mediterran, sondern steht an der Grenze zwischen Natron- und Kalireihe. Nach Jung gehören von den Löwenburggesteinen zu dieser Gruppe: der Trachyt vom Kühlsbrunnen, der nach der Magmenzugehörigkeit nordmarkitisch-granosyenitisch ist, und zwei andesitische Trachydolerite, die vesuvitisch-larvikitisch, bezw. normalsyenitisch sind.

Die zweite Gesteinsgruppe ist pazifisch, sie ist ebenfalls durch kleines k und mg, das aber etwas größer ist als bei der ersten Gruppe, sowie durch einen großen Unterschied al-alk charakterisiert. Ihr gehört von den Löwenburggesteinen nur der Heptorit an, der sich als pyroxenitisch-hornblenditisch erwies.

Diese beiden Gesteinsgruppen bilden nach H. Jung im k/mg-Diagramm (Abb. 12, Taf. III) zwei getrennte Felder: Feld 1 repräsentiert die mediterran-atlantische Gruppe, Feld 2 die pazifische. Trägt

man in dieses Diagramm die neuen Analysen der Löwenburggesteine ein, so fällt nur der Kühlsbrunnentrachyt in eines der Felder (Feld 1), während alle anderen Gesteine außerhalb der beiden Felder, jedoch in die Nähe des pazifischen Feldes 2 zu liegen kommen. Man möchte darnach die letzteren Gesteine als pazifische auffassen und eine Erweiterung des Feldes 2 vornehmen.

Nach der Tetraederprojektion und dem k/mg-Typendiagramm, die hier nicht wiedergegeben sind, erweist sich der Kühlsbrunnentrachyt als mediterran-atlantisch, er gehört zu einem nordmarkitischen Magma, das Gipfelgestein ist nach den 3 Analysen essexitischer bis monzonitischer Abstammung, wie schon P. N i g g l i vermutete. Das Gestein der Analyse 3 neigt jedoch etwas zu der Kalkalkalireihe, den pyroxenitisch-hornblenditischen Magmen. Der andesitische Trachydolerit ist vesuvitisch-monzonitsyenitisch und führt zu dem andesitischen Trachydolerit von der Merkenshöhe hinüber, der mit $k = 0.34$ und $mg = 0{,}37$ zum essexitischen Magma gehört.

Nach der m a g m a t i s c h e n A b s t a m m u n g sind also sämtliche Löwenburggesteine mit Ausnahme des Heptorits den mediterran-atlantischen Gesteinen des Siebengebirges zuzuordnen. Dem Mineralbestand nach (Hauyn) erweist sich jedoch der Heptorit ebenfalls als Alkaligestein. Man wird daher in dem k/mg-Diagramm der Siebengebirgsgesteine von einer Zweiteilung des Feldes absehen müssen, da offensichtlich Übergangs- bzw. Mischungsglieder zwischen den Gesteinen der verschiedenen Sippen auftreten.

Nach obigem sind alle von mir analysierten Löwenburggesteine in das von H. J u n g (14) aufgestellte mediterran-atlantische Differentiationsdiagramm (Abb. 15, Taf. IV) eingetragen worden. In diesem Diagramm stellen die mit vertikaler Schrift bezeichneten Wertegruppen solche von Haupttypen dar, die von H. J u n g aus nachstehenden in der Reihe nach abnehmendem si geordneten Siebengebirgsgesteinen abgeleitet worden sind. Die Werte meiner Analysen sind in dem Diagramm durch horizontale Schrift bezeichnet.

1) Kühlsbrunnentrachyt, si = 234, nordmarkitisches Magma.
2) Trachyt vom Scheerkopf, si = 238, granosyen. bis leukosyen. Magma.
3) Trachyandesit, Wolkenburg, si = 235, tönsbergitisches Magma.
4) Andesitischer Trachyt von Remscheid, si = 177, syen. Magma.
5) Andesit, Bruderkunzberg, si = 176 } syen. bis monz.-syen. Magma.
6) „ „ si = 174 }
7) Andesitischer Trachydolerit, Löwenburg, si = 173, monz.-foyait. Magma.
8) Andesitischer Trachyt, Remscheid, si = 173, syenit. Magma.

9) Andesitischer Trachydolerit, Löwenburg, si = 165, syen. Magma.
10) Andesitischer Trachydolerit, Löwenburg, si = 161, syen. bis monz.-syen. Magma.
11) Hornblendebasalt, Scheerkopf, si = 134, essex. bis normalmonz. Magma.

In dieses Diagramm der Alkaligesteine des Siebengebirges fügen sich die Gesteine der Löwenburg zwanglos ein, durch ihre Einfügung kommt die Isofalie bei etwa si = 140 zu liegen. Durch den analysierten Kühlsbrunnentrachyt erweitert sich das Diagramm nach H. J u n g nach der sauren Seite hin von si = 243 bis si = 271 unter dem gleichen Steigen und Fallen der Linien. Die analysierten Gipfelgesteine lassen das Diagramm nach der Seite der abnehmenden si-Werte hin bis zu si = 113 erweitern.

In den Figuren 13 und 14 sind die Kali- und Natrongesteine getrennt behandelt worden. Auch hierbei ergibt sich ein passendes Einfügen der neuen Analysen in die Diagramme.

Dieses glatte Einfügen der Analysenwerte der Löwenburggesteine in die Differentiationsdiagramme der übrigen Gesteine des Siebengebirges, die sich alle als tertiäre Bildungen erwiesen haben, macht eine genetische Verbundenheit der Löwenburggesteine mit den übrigen Siebengebirgsgesteinen sehr wahrscheinlich. Insbesondere darf man wohl schließen, daß das Gipfelgestein der Löwenburg nicht zu einer viel früheren Zeit wie die anderen Gesteine entstanden ist, ja man hat eine Entstehung gegen Ende der magmatischen Tätigkeit im Siebengebirge anzunehmen. Es nehmen, wie erwähnt, im allgemeinen in dieser Gesteinsprovinz die Gesteine mit zunehmendem si auch an Alter zu.

Für die Frage, ob Heptorit und Kühlsbrunnentrachyt nach den chemischen Verhältnissen als melanokrate und leukokrate Ganggesteine des Gipfelgesteins betrachtet werden dürfen, ist die von P. N i g g l i (18) getroffene Feststellung wichtig, daß es sich bei der Differentiation des Siebengebirgsstammagmas wegen des zu niedrigen mg nicht um einfache Lamprophyrspaltungen handelt. Man kann deshalb wohl den Heptorit und Kühlsbrunnentrachyt nicht als gangförmige Nachschübe eines Restmagmas im Gefolge einer Tiefengesteinsintrusion ansehen, wie das z. B. bei den Gesteinen des Kaiserstuhls und bei dem Essexit von Rongstock mit seinen Ganggesteinen der Fall ist. Es sprechen also auch die chemischen Verhältnisse dagegen, das Gipfelgestein der Löwenburg als das zum Heptorit gehörige Tiefengestein anzusehen.

III. Zusammenfassung.

Das Ziel der Arbeit war, durch eine neuere petrographisch-chemische Untersuchung eine Klärung der verschiedenen bisherigen Anschauungen über die Natur, Entstehung und Zusammengehörigkeit der Gesteine der Löwenburg (Siebengebirge) herbeizuführen. Die Untersuchung hat folgende Ergebnisse.

1) Das Gipfelgestein der Löwenburg zeigt Übergänge von körniger zu porphyrischer Struktur, auch konnten qualitative und quantitative Übergänge im Mineralbestand dieses Gesteins zu dem als „Mantelgestein" bezeichneten basaltähnlichen Hornblendegestein festgestellt werden.

Im Mineralbestand treten gegenüber dem Mineralbestand von Essexiten sowohl Unterschiede in der Menge der verschiedenen Gemengteile auf, als auch solche in der Art und Ausbildung einzelner Mineralien, wie durch unmittelbaren Vergleich mit Essexiten von Rongstock und Oslo gezeigt werden konnte.

Auf Grund seiner Stellung in dem Differentiationsdiagramm der Alkaligesteine des Siebengebirges gehört das Gipfelgestein genetisch zu den anderen Ergußgesteinen des Siebengebirges. Es ist nach dieser Stellung gegen Ende der dortigen magmatischen Tätigkeit entstanden und nicht vor Beginn oder zu Anfang derselben, wie bei seiner Auslegung als Tiefengestein (K. Busz, H. Müller) angenommen wurde.

Nach obigen Feststellungen wurde der Ansicht beigepflichtet, die das Gipfelgestein als Ergußgestein auffaßt und es wurde, statt des älteren Namens „Trachydolerit" oder „Dolerit", die Bezeichnung „doleritischer Alkalibasalt" vorgeschlagen.

2) Weiterhin wurde für das hornblendeführende „Mantelgestein" auf Grund der Lagerungsverhältnisse, der Struktur und des Mineralbestandes der Bezeichnung „Hornblendebasalt" statt „Monchiquit" der Vorzug gegeben und für das Gestein, das sich auf dem Mantel des Berges findet, sowie für das Gestein aus dem Steinbruch am Nordabhang angewandt. Letzteres Vorkommen kann als Teil des Mantels betrachtet werden, der sich um das Gipfelgestein mit Übergängen in Struktur und Mineralbestand herumlegt.

Das Gestein der Wegböschung an der Straße nach Hohenhonnef läßt nach seiner Lagerung und Struktur keine Entscheidung zu, ob es eine Gangbildung darstellt oder ob ein Ausläufer des Mantels vorliegt.

3) Beschrieben wurden ferner der andesitische Trachydolerit, der Heptorit, kurz behandelt der Kühlsbrunnentrachyt und Kühlsbrunnenanamesit.

Der Auslegung des Heptorits als Monchiquit konnte beigepflichtet werden, jedoch wurde eine Beziehung zwischen seinen Lagerungsverhältnissen und seiner magmatischen Abstammung und derjenigen des Gipfelgesteins nicht gefunden.

Gleiches ergab sich für den Kühlsbrunnentrachyt, der auf Grund seines Mineralbestandes und seiner Ähnlichkeit mit Trachyten verschiedener Vorkommen auch weiterhin als Trachyt bezeichnet werden kann.

4) Drei Analysen des Gipfelgesteins von verschiedenen Fundpunkten, eine solche des „Mantelgesteins", des andesitischen Trachydolerits und des Kühlsbrunnentrachyts fügen sich in das von J u n g aufgestellte mediterran-atlantische Differentiationsdiagramm der Siebengebirgsgesteine zwanglos ein. Somit ergibt sich auch an Hand der chemischen Verhältnisse für die Gesteine der Löwenburg keine Sonderstellung, wie sie bei der Auslegung des Gipfelgesteins als Essexit nach Art und Zeit der Entstehung angenommen wurde.

Literaturverzeichnis.

1. Berg, G.: 1932. Sitzungsberichte der Preußischen Geologischen Landesanstalt, Heft 7.
2. Bowen, N. L.: 1913. The Binary System $Na_2Al_2Si_2O_8$ (Nephelite, Carnegieite) — $CaAl_2Si_2O_8$ (Anorthite). N. J. f. Min., Geol. u. Pal., I. Ref. Teil. S. 30.
3. Brögger, W. C.: 1895. Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes. II. Die Eruptionsfolge der triadischen Eruptivgesteine bei Predazzo in Südtirol. Videnskabbsselskabets Skrifter. I. Math.-naturw. Klasse Nr. 7. Kristiania, S. 47—49.
4. Bruhns, W.: 1896. Petrographische Mitteilungen 1. Verhdlg. d. Naturhist. Ver. d. Preuß. Rheinl. u. Westf. LIII S. 39—56.
5. Busz, K.: 1904. Heptorit, ein Hauyn-Monchiquit aus dem Siebengebirge am Rhein. N. J. f. Min., Geol. u. Pal., Jahrg. 1, Bd. II, S. 86—92.
6. — 1905. Essexit von der Löwenburg im Siebengebirge am Rhein. Verhdlg. d. Naturhist. Ver. d. Preuß. Rheinl. u. Westf., 62., 1905, S. 174—178.
7. von Dechen, H.: 1861. Geognostischer Führer in das Siebengebirge am Rhein. Bonn 1861.
8. Deiters, M.: 1861. Die Trachydolerite des Siebengebirges. Ztschr. d. Deutsch. Geol. Ges. XIII.
9. Hibsch, J. E.: 1900. Erläuterungen zur geolog. Karte des Böhmischen Mittelgebirges. T. M. P. M. 19. Wien 1900, S. 1—101.
10. — 1915. Über Trachydolerite. J. E. Hibsch contra Rosenbusch. T. M. P. M. 33.
11. — 1926. Erläuterungen zur geol. Übersichtskarte des Böhmischen Mittelgebirges. 1926. Tetschen a. d. Elbe.
12. Horner, L.: 1836. Geol. Environs Bonn. Trans. geol. soc. London 2. Ser., 4., 1836, S. 433—481.
13. Jacob, J.: 1928. Anleitung zur chemischen Gesteinsanalyse. Berlin 1928.
14. Jung, H.: 1927. Die chemischen und provinzialen Verhältnisse der jungen Eruptivgesteine Deutschlands und Nordböhmens. Jena 1927.
15. Laspeyres, H.: 1900. Das Siebengebirge am Rhein. Verhdlg. d. Naturhist. Ver. d. Preuß. Rheinl. u. Westf., *57.*, S. 119—596.
16. Müller, H.: 1907. Essexit und verwandte Gesteine der Löwenburg im Siebengebirge am Rhein. N. J. f. Min., Geol. u. Pal., BB. XXIII, S. 406—434.
17. Niggli, P.: 1923. Gesteins- und Mineralprovinzen. Berlin.
18. — 1927. Der chemische Charakter der Siebengebirgsgesteine. Bei O. Wilckens 1927, siehe dort.
19. von Philipsborn, H.: 1933. Tabellen zur Berechnung von Mineral- und Gesteinsanalysen. Leipzig 1933.
20. vom Rath, G.: 1860. Sitz.-Ber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilkunde zu Bonn, *17*, S. 89/90.

21. Rosenbusch, H.: 1908. Physiographie der massigen Gesteine. Stuttgart 1908, S. 929.
22. Rosenbusch, H. u. Osann, A.: Elemente der Gesteinslehre. Stuttgart, 4. Aufl., 1922.
23. Sander, B. u. Felkel, E.: 1929. Zur tektonischen Analyse von Schmelztektoniten. Sitz.-Ber. d. Heidelbg. Akad. d. Wiss., Math.-Nat.-wiss. Kl., Jahrg. 1929, 13. Abh., S. 27/28.
24. Scheumann, K. H.: 1925. Ausländische Systematik, Klassifikation u. Nomenklatur der Magmengesteine I. Fortschritte d. Min., Krist. u. Petr. *10*, S. 298.
25. Treadwell, F. P.: 1923. Kurzes Lehrbuch der an. Chemie. II. Band. Quantitative Analyse. Leipzig u. Wien, S. 533.
26. Uhlig, J.: 1914. Die Enstehung des Siebengebirges. Die Rheinlande in nat.-wiss. und geograph. Einzeldarstellungen, herausgegeben von C. Mordziol, Nr. 10, 1914.
27. Wilckens, O.: 1927. Geologie der Umgebung von Bonn. Berlin 1927.
28. Wolff, J. E.: and. Tarr. R. S. 1893. Acmite Trachyte from the Crazy Mountains, Montana. Bull. of the Museum of Comparative Zoology at Haward College, *16*, S. 227—233. Vgl. W. Bruhns ((3) S. 40).

Auch an dieser Stelle möchte ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. E. Ernst, danken, der mir die Anregung zu der vorliegenden Arbeit gab und mir bei ihrer Ausführung stets wohlwollend mit Rat und Tat zur Seite stand.

Lebenslauf.

Als Sohn des Oberingenieurs Casjen Harders wurde ich am 13. April 1909 in Mannheim geboren. Nach Besuch der Bürgerschule und des Gymnasiums in Mannheim, des König Albert-Gymnasiums in Leipzig und des Städtischen Gymnasiums in Dortmund legte ich an letzterem Ostern 1927 die Reifeprüfung ab.

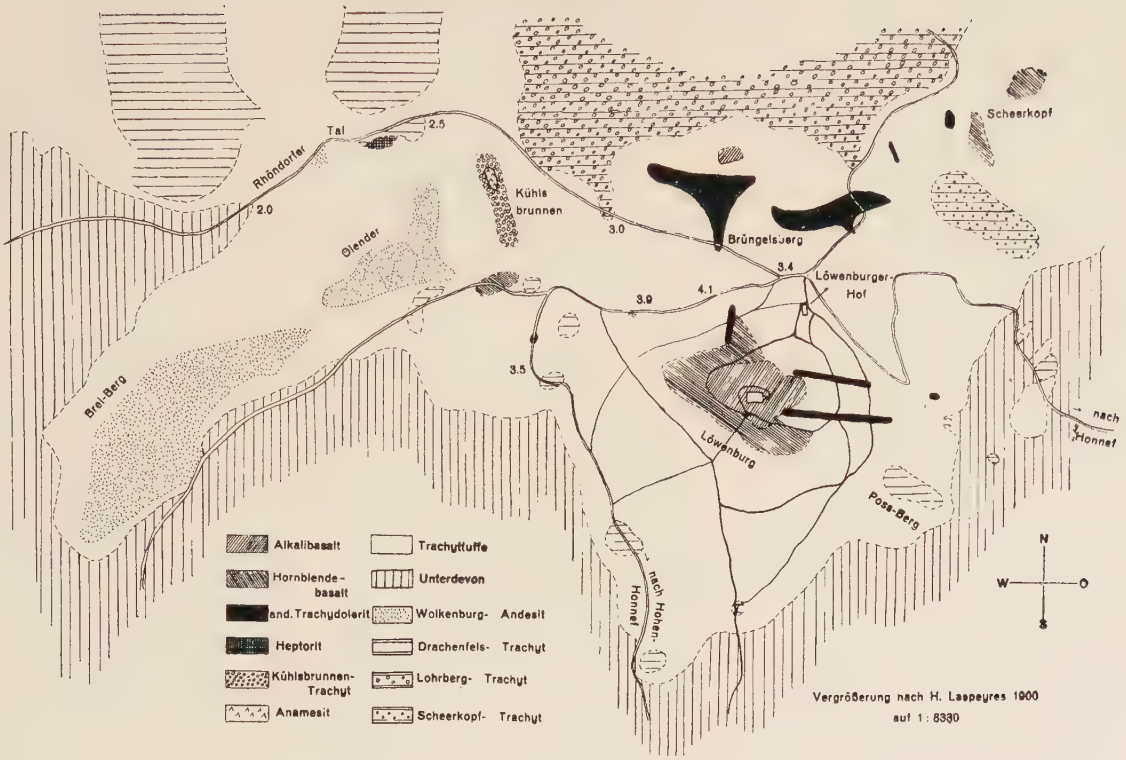
Ich studierte im Wintersemester 1927/28 an der Universität Halle und vom Sommersemester 1928 bis Wintersemester 1932/33 einschließlich an der Universität Münster. Meine Studiengebiete waren Chemie, Mathematik, Mineralogie, Physik. Im Februar 1930 legte ich das 1. und im Februar 1931 das 2. chemische Verbandsexamen ab, worauf ich unter Anleitung von Herrn Professor Dr. E. Ernst im Mineralogisch-petrographischen Institut der Universität an meiner Dissertation arbeitete. Am 28. Februar 1934 bestand ich die mündliche Doktorprüfung.

Meine Hochschullehrer waren die Professoren Behnke, Ernst, Ley, Schenck, Schmidt.

Tafel I

Geologische Skizze der Löwenburg

Abb. 1



Vergrößerung nach H. Laspeyres 1900
auf 1 : 8330

Tafel II

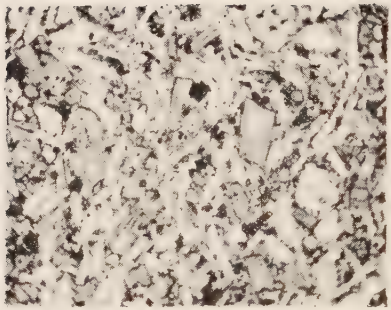


Abb. 2. dolerit. Alkalibasalt Fdpkt. 3.
Vergr. 1 : 15

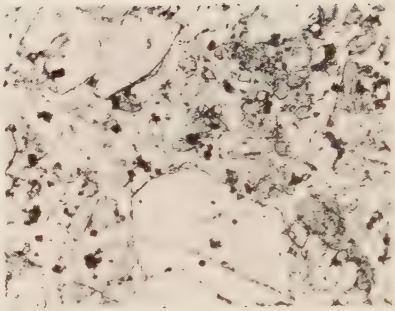


Abb. 3. dol. Alkalibasalt. leg. Busz 1897
Vergr. 1 : 15

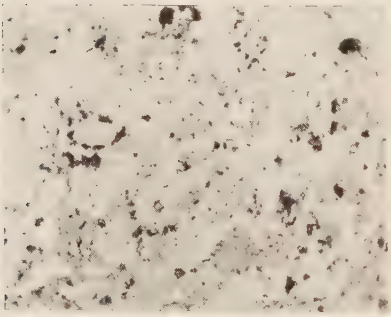


Abb. 4. dolerit. Alkalibasalt Fdpkt. 4.
Vergr. 1 : 15

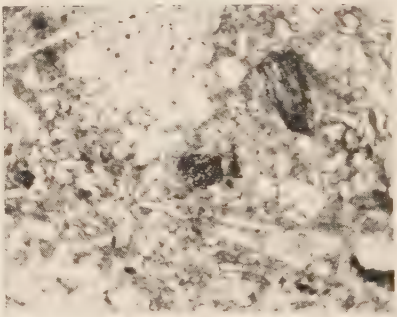


Abb. 5. dolerit. Alkalibasalt Fdpkt. 5
Vergr. 1 : 15

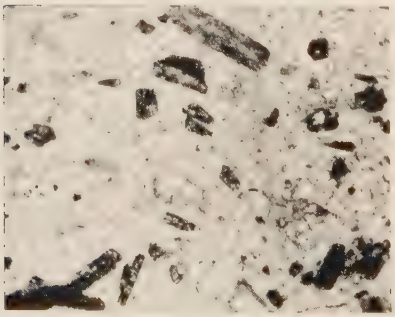


Abb. 6. Hornblendebasalt - Alkalibasalt
Vergr. 1 : 15

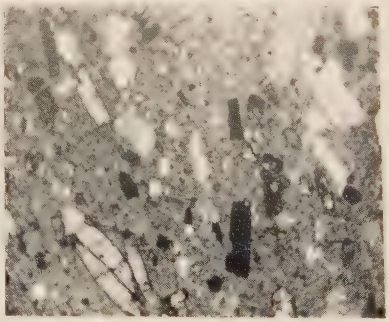


Abb. 7. Hornblendebasalt
Vergr. 1 : 15

Tafel III

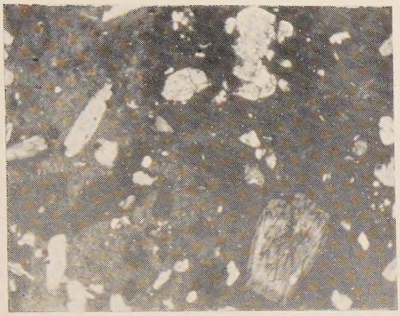


Abb. 8. Hornblendebasalt vom N-Abhang
Vergr. 1 : 15

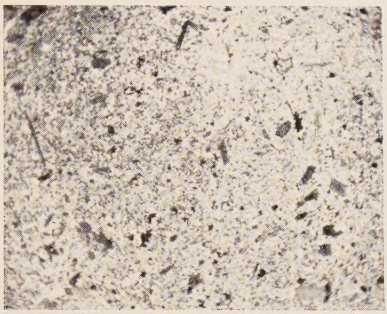


Abb. 9. Hornblendebasalt (Monchiquit?)
km 3,9 der Straße nach H.-Honnef
Vergr. 1 : 15

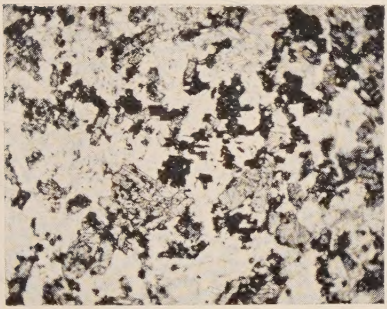


Abb. 10. Essexit V Rongstock
feinerkörnige Varietät
Vergr. 1 : 20

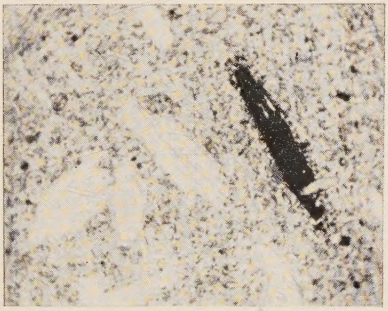


Abb. 11. Andesitischer Trachydolerit
Mittlerer Gang
Vergr. 1 : 15

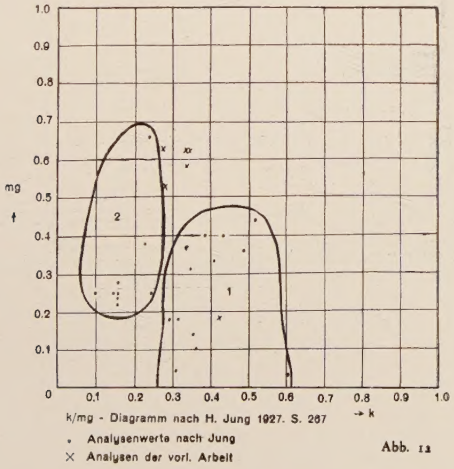


Abb. 12

Tafel IV

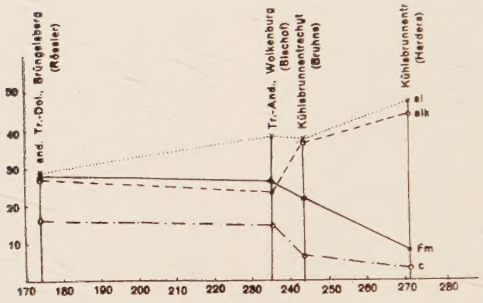


Abb. 13 Diff.-Tendenz der atlantischen Gesteine

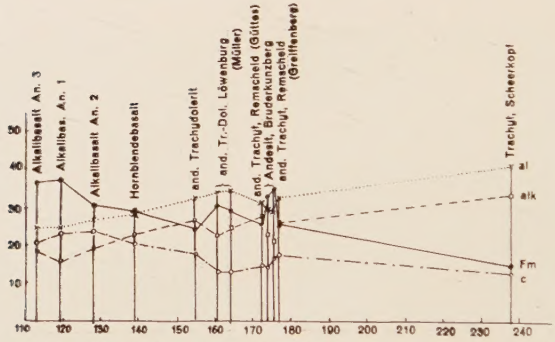


Abb. 14 Diff.-Tendenz der medit. Gesteine

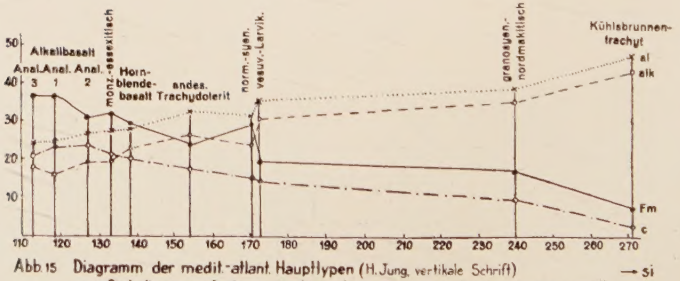


Abb. 15 Diagramm der medit.-atlant. Haupttypen (H. Jung, vertikale Schrift) eingefügt die neuen Analysen der Löwenburg (vorliegende Arbeit, horizontale Schrift)